

Anni Silvennoinen

Emulgointi- ja stabilointiaineiden vaikutus jäätelön aistinvaraiseen laatuun ja sulamisominaisuuksiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikka

Insinööritoiminta

22.5.2014

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Anni Silvennoinen Emulgointi- ja stabilointiaineiden vaikutus jäätelön aistinvaraiseen laatuun ja sulamisominaisuuksiin 45 sivua + 3 liitettä 22.5.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Bio- ja elintarviketekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Bioprosessit ja tuotteiden laadunohjaus
Ohjaajat	Lehtori Pia Laine Tuotantovastaava Tiina Kuivalainen
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia, voidaanko asiakasyrityksen kaupallisen jäätelön sisältämien lisäaineiden (emulgointi- ja stabilointiaineet) määrää vähentää jäätelön makua, rakennetta ja sulamisominaisuuksia muuttamatta. Tavoitteena oli, että kehitelty jäätelö sisältäisi lukumäärällisesti vähemmän lisäaineita, mutta olisi muuten (maku, haju, ulkonäkö, rakenne, sulamisominaisuudet) edelleen samanlaista kuin asiakasyrityksen kaupallinen jäätelö.</p> <p>Työssä valmistettiin kolme koejäätelöerää kolmella eri emulgointi- ja stabilointiaineseoksella muiden muuttujien (muut raaka-aineet, valmistusmenetelmä) pysyessä vakiona. Kaikkia seoksia käytettiin jäätelöiden valmistuksessa yhtä paljon (0,4 %) ja seoksissa yksittäisen lisäaineen osuus oli sama suhteessa muihin lisäaineisiin: seokset 1 ja 2 sisälsivät yhtä emulgointiainetta (puolet) ja yhtä stabilointiainetta (puolet) ja seos 3 kolmasosan emulgointiainetta ja kaksi kolmasosaa stabilointiaineita. Koejäätelöitä verrattiin asiakasyrityksen tuotannossa olevaan kaupalliseen jäätelöön (vertailujäätelö). Lisäaineinevaihdon mahdollisesti aiheuttamia aistinvaraisia muutoksia tutkittiin pari-kolmitestillä ja jäätelöiden sulamisominaisuuksia vertailtiin sulamiskokeella. Pari-kolmitestin tuloksia käsiteltiin pari-kolmitestin tilastotaulukon ja sulamisominaisuuksia Eviran sulamisominaisuuskuvaston (LAB 6033/2, liite 2) avulla.</p> <p>Emulgointi- ja stabilointiaineilla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus (p-arvo $< 0,01$) jäätelön aistinvaraiseen laatuun ja sulamisominaisuuksiin. Aistinvaraisessa arvioinnissa ja sulamiskokeessa kaksi koejäätelöstä erottui tilastollisesti merkitsevästi (p-arvo $< 0,01$) vertailujäätelöstä. Kolmas koejäätelö ei eronnut merkitsevästi (p-arvo $> 0,05$) vertailujäätelöstä, joten sen valmistukseen käytettyä emulgointi- ja stabilointiaineseosta voitaisiin sekä aistinvaraisten että sulamistestien tulosten perusteella harkita asiakasyrityksen käyttöön nykyisen seoksen tilalle.</p> <p>Kokeellisen osion tulosten perusteella todettiin, että tutkimusta voitaisiin jatkaa yhdellä työn emulgointi- ja stabilointiaineseoksista (seos 3) tai täysin uusilla lisäaineilla. Sopivan jäätelöohjeen löytäminen vaatii paljon lisäselvityksiä, koska jäätelön emulgointi- ja stabilointiaineiden, niiden kombinaatioiden ja annostusten kirjo on hyvin laaja.</p>	
Avainsanat	jäätelö, lisäaine, E-koodi, emulgointiaine, stabilointiaine

Author Title Number of Pages Date	Anni Silvennoinen The effect of emulsifiers and stabilizers on ice cream's sensory quality and melting properties 45 pages + 3 appendices 22 May 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Food Engineering
Specialisation option	Bioprocesses and Quality Control
Instructors	Pia Laine, Senior Lecturer Tiina Kuivalainen, Production Manager
<p>The aim of this thesis was to investigate if it is possible to reduce the amount of food additives (emulsifiers, stabilizers) in a customer's commercial ice cream without changing the taste, structure or melting properties of the ice cream. The goal was that the developed ice cream would contain less food additives but it would otherwise be similar to the customer's commercial ice cream.</p> <p>Three test ice creams were manufactured with three different emulsifier and stabilizer blends keeping other variables (other ingredients, manufacturing method) constant. Usage rate of all blends was the same (0,4 %). Blends 1 and 2 contained one emulsifier (half) and one stabilizer (half) and blend 3 one third of emulsifier and two thirds of stabilizers. The test ice creams were compared to the customer's commercial ice cream (control ice cream). The sensory changes caused by the change of food additives were investigated with the duo-trio test and the melting properties of ice creams were compared with the melting test. The results of the duo-trio test were analyzed by a statistical chart meant for it and the melting properties were scored as instructed in Evira melting properties catalogue (LAB 6033/2, appendix 2).</p> <p>The emulsifiers and stabilizers had a statistically significant influence (p-value < 0,01) on the sensory quality of the ice cream and melting properties. Two of the test ice creams differed statistically significantly (p-value < 0,01) from the control ice cream. The difference between the third and the control ice creams was not statistically significant (p-value > 0,05). Hence, blend 3 could be used in the customer's ice cream instead of the current blend on the basis of the results.</p> <p>On the basis of the results it was concluded that the study could be continued with one of the emulsifier and stabilizer blends used in this study (blend 3) or with completely new food additives. Finding the suitable ice cream recipe requires a lot of further study because the amount, combinations and usage rate of emulsifiers and stabilizers is extremely wide.</p>	
Keywords	ice cream, food additive, E-code, emulsifier, stabilizer

Sisällys

1	Johdanto	1
---	----------	---

Teoriaosa

2	Jäätelön kulutustottumukset Suomessa	2
2.1	Jäätelötrendit	2
2.1	Suhtautuminen elintarvikelisäaineisiin	3
3	Jäätelön koostumus ja rakenne	5
3.1	Jäätelön määritelmä	5
3.2	Jäätelön ainesosat	6
3.2.1	Maito	7
3.2.2	Sokeri	9
3.2.3	Kananmunan keltuainen	10
3.2.4	Lisukkeet, aromi- ja väriaineet	10
3.3	Jäätelön valmistus	11
3.4	Jäätelön rakenne	14
4	Jäätelön emulgointi- ja stabilointiaineet	16
4.1	Elintarvikelisäaineet ja lainsäädäntö	16
4.2	Emulgointiaineet jäätelössä	17
4.2.1	Yleistä jäätelöiden emulgointiaineista	17
4.2.2	Jäätelössä käytettyjä emulgointiaineita	20
4.3	Stabilointiaineet jäätelössä	21
4.4	Emulgointi- ja stabilointiaineet Suomessa valmistetuissa jäätelöissä	27
4.5	Emulgointi- ja stabilointiaineseokset	28

Kokeellinen osa

5	Työn tarkoitus	30
6	Materiaalit ja menetelmät	30

6.1	Jäätelöiden raaka-aineet ja valmistusohje	30
6.2	Jäätelöiden valmistusmenetelmä	31
6.3	Pari-kolmitesti	33
6.4	Sulamiskoe	35
6.5	Tulosten tilastollinen käsittely	36
7	Tulokset	36
8	Tulosten tarkastelu	40
9	Yhteenveto	43
	Lähteet	44
	Liitteet	
	Liite 1. Pari-kolmitestin arviointilomake	
	Liite 2. Eviran työohje LAB 6033/2: Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi	
	Liite 3. Pari-kolmitestin tilastotaulukko	

1 Johdanto

Jäätelö on yleensä maitotuotteista, sokerista sekä emulgointi- ja stabilointiaineista valmistettu jäädytetty jälkiruoka, jonka valmistuksessa käytetään myös hedelmiä, marjoja tai muita makua antavia ainesosia. Jäätelön ilmava ja tasainen rakenne saadaan aikaan siksi, kun sen sekaan vispataan ilmaa jäädytyksen aikana. [1, s. 2.]

Emulgointiaineiden ansiosta kaksi keskenään sekoittumatonta ainetta (vesi ja rasva) jäätelössä muodostavat emulsion pintajännityksen pienentyessä. Emulgointiaineet vaikuttavat myös jäätelön viskositeettiin, ulkonäköön ja suutuntumaan sekä näiden ominaisuuksien säilyvyyteen varastoinnin aikana. Stabilointiaineilla vaikutetaan jäätelön rakenteeseen, kiinteyteen, täyteläisyyteen ja tasaisuuteen. Myös sulamisominaisuudet parantuvat stabilointiaineiden vedensidontakyvyn ansiosta. Tällä hetkellä lähes kaikki Suomessa teollisessa mittakaavassa valmistettavat jäätelöt sisältävät joitakin rakenteeseen vaikuttavia lisäaineita. [2, s. 17; 3, s. 50.]

Tänä päivänä elintarviketeollisuudessa huomioidaan kaikenlaiset kuluttajat, kuten laktoosi-intolerantit ja vegaanit, ja pyritään kehittämään tuotteita, jotka soveltuvat nautittavaksi mahdollisimman kattavasti erilaisiin tilanteisiin. Jäätelössä merkittävimpiä lisäaineita ovat emulgointi- ja stabilointiaineet, joiden kokonaan käyttämättä jättäminen on toistaiseksi ollut vaikeaa.

Tämän insinöörityön teoriaosassa perehdyttiin jäätelön koostumukseen, rakenteeseen ja valmistusmenetelmään. Tekstissä käsiteltiin myös jäätelön sisältämiä emulgointi- ja stabilointiaineita sekä niiden ominaisuuksia ja vaikutuksia lopputuotteeseen. Insinöörityön kokeellisen osan tavoitteena oli selvittää, onnistuuko asiakasyrityksen tuotannossa olevan vaniljajäätelön valmistaminen nykyistä vähemmällä määrällä (määrällisesti) emulgointi- ja stabilointiaineita.

Tavoitteena oli tutkia, säilyvätkö jäätelön rakenneominaisuudet ja maku ennallaan lisäainemuutoksesta huolimatta [4].

2 Jäätelön kulutustottumukset Suomessa

2.1 Jäätelötrendit

Eurooppalaisista maista Suomessa kulutetaan eniten jäätelöä ja koko maailmassa viidenneksi eniten [5, s. 153]. Maito ja terveys ry:n vuoden 2013 ravintotaseen eli tärkeimpien elintarvikeryhmien tuotannon ja kulutuksen yhteenvedon mukaan suomalaiset söivät vuonna 2013 jäätelöä 12,1 litraa henkeä kohden vuodessa [6]. Jäätelön kulutus on jakautunut tasaisesti sekä kotipakkausten että kerta-annosten kesken. Noin 70 % myydyistä jäätelöistä on kermajäätelöä, 20 % kasvirasvajäätelöä, 6 % maitojäätelöä ja 3 % mehujäätä. [5, s. 153.]

Suomessa myytiin vuonna 2011 yhteensä noin 66 miljoonaa litraa jäätelöä. Samanlaisesti tuontijäätelön osuus oli noin 23 miljoonaa litraa ja vientijäätelön noin 3,8 miljoonaa litraa. Suurimpia jäätelöntuottajia ovat Ingman ja Nestlé, joiden yhteenlaskettu markkinaosuus on Suomessa noin 70 %. [5, s. 153; 7.]

Jäätelön kulutuksessa on havaittavissa selkeitä globaaleja trendejä, kuten esimerkiksi premium- ja nautintotuotteet. Ne ovat paljon erilaisia lisukkeita ja makupaloja sisältäviä elintarvikkeita. Näiden rasvaisten tuotteiden vastapainona ovat hyvinvointi- ja terveystuotteet, joissa sokerin, rasvan tai energian määrä on rajattu. Terveystuotteisiin voidaan myös lisätä jokin funktionaalinen ainesosa, jolloin tuotetta kutsutaan terveystuotteeksi elintarvikkeeksi. [5, s. 153.]

Yhteisbrändilliseksi tuotteeksi kutsutaan sellaista tuotetta, joka on valmistettu yhteistyössä jonkin toisen tuoteryhmän valmistajan kanssa. Useat jäätelöyritykset tekevät yhteistyötä esimerkiksi makeis- tai keksituotteita valmistavien yritysten kanssa.

Yritykset pyrkivät huomioimaan myös erityisruokavaliota noudattavat kuluttajat ja muut erityisryhmät, kuten lapset ja vanhukset. Tuotevalikoimiin kuuluu yleensä myös sesonkituotteita, joita valmistetaan vain tietyn ajanjakson ajan. [5, s. 153.]

Globaaleihin trendeihin lukeutuvat aidoista marjoista ja hedelmistä valmistetut tuotteet, joiden valmistuksessa ei ole käytetty synteettisesti tuotettuja makuvahventeita. [5, s. 153.] Suomessa valmistettava jäätelö on erilaista kuin muualla maailmassa, mikä johtuu siitä, että suomalaiset pitävät rakenteeltaan kovasta jäätelöstä. Kotimainen jäätelö

eroaa muista myös miedomman makunsa takia, vaikka tähän poikkeuksen tekeekin voimakasmakuinen lakritsijäätelö. Vaikka suomalainen jäätelö on melko kovaa, on sen kuluttajien mielestä oltava kermaisen makuista ja tuntuista. Esimerkiksi maailman suurin ruoka- ja juomayhtiö Nestlé tuottaa jokaisen valtion omaan ruokakulttuuriin sopivia jäätelöitä kulutuksen mukaan. Tämän takia Suomen valikoimiin kuuluu paljon muun muassa marjaisia makuja ja esimerkiksi Italian markkinoille tuotetaan sen sijaan kahvin makuisia jäätelöitä. [8.]

Rasvattoman maidon suosio kasvaa jatkuvasti, mutta samaa trendiä ei ole havaittavissa jäätelöiden kohdalla. Premium- ja super-premiumtuotteiden valikoima on laajentunut voimakkaasti viime vuosien aikana. [9, s. 755.] Ainakin jo vuodesta 2006 alkaen premium-jäätelöt ovat nousseet suomalaisten suosioon ja vastaavasti kevyttuotteiden kysyntä on laskenut. Kuluttajat yhdistävät kevyttuotteisiin keinotekoisuuden ja suosivat nykyään mieluummin aitoja ja raikkaita makuja sekä raaka-aineita. Esimerkiksi Suomen Nestlé on lopettanut muutaman kevyttuotteen myymisen kokonaan. [10; 11.]

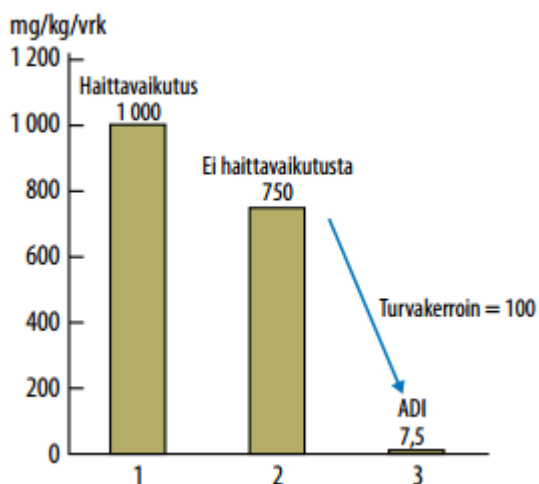
2.1 Suhtautuminen elintarvikelisiä aineisiin

Mats-Eric Nilsson nosti lisäainekeskustelun esille kirjallaan *Petos lautasella* vuonna 2007. Alun perin lisäaineiden tarkoitus oli vain huolehtia elintarvikkeiden säilyvyydestä, mutta nykyään jopa yhdeksän kymmenestä lisäaineesta vaikuttaa tuotteen ulkonäköön, rakenteeseen tai makuun. [12, s. 19.] Konkreettinen esimerkki keinotekoisien lisäaineiden vaikutuksista on se, että ”vanilliini on heikentänyt makuaistiamme siinä määrin, että keinotekoinen aromi on mielestämme parempaa kuin aito”, kirjoittaa Nilsson. Kauppojen pakastealtaat ovat nykyään täynnä jäätelöitä, joita on käsitelty voimakkaasti ja suurin osa kuluttajista ei ole koskaan syönyt ”oikeaa” ja alkuperäistä jäätelöä. Koko jäätelö-käsite on muovautunut vuosien saatossa uuteen muotoon elintarviketeollisuuden tekemien ratkaisujen myötä. [13, s. 30.]

Kraft Foods Finlandin vuonna 2010 teettämä kuluttajatutkimus osoittaa, että suomalaiset arvostavat ruoan luonnollisuutta ja ovat kiinnostuneita elintarvikelisiä aineista. Myös elintarvikeyritykset ovat reagoineet nousevaan lisäaineettomuustrendiin, sillä jopa kaksi kolmesta kuluttajasta suunnittelee ostavansa mahdollisimman vähän lisäaineita sisältäviä tuotteita. [4.]

Kuluttajat sekoittavat helposti lisäaineet vierasaineisiin, jotka ovat elintarvikkeisiin vahingossa joutuneita ei-toivottuja aineita. Terveydelle haitallisia vierasaineita ovat esimerkiksi raskasmetallit ja ympäristömyrkyt. Negatiivinen suhtautuminen lisäaineisiin saattaa johtua siis pitkälti siitä, että kuluttajat eivät ymmärrä, mitä elintarvikelisiä aineilla oikeasti tarkoitetaan. Myös esimerkiksi luomuelintarvikkeet voivat tavallisten elintarvikkeiden tapaan sisältää esimerkiksi ympäristömyrkyjä, joten ne eivät välttämättä ole sen turvallisempia kuin tavallisesti tuotetut elintarvikkeet. [14, s. 683–684.]

Lisäaineiden käyttömäärät elintarvikkeissa ovat yleensä merkittävästi pienempiä kuin ne annokset, joita ihmiset saavat esimerkiksi hedelmistä ja muista kasviksista luonnostaan. Lisäaineiden turvallisuutta arvioidaan jatkuvasti ja elintarvikkeissa sallitut käyttömäärät on tarkkaan tutkittu ja määritelty, jotta niistä ei ole terveydelle haittaa. Kuvassa 1 on histogrammi, joka havainnollistaa elintarvikelisiä aineiden saannin hyväksyttävän enimmäismäärän (ADI-arvo) muodostumista. Kansainväliset riippumattomat asiantuntijaryhmät (Joint FAO/WHO *Expert Committee on Food Additives* JECFA ja *Scientific Committee on Food* SCF) voivat asettaa lisäaineille ADI-arvon turvallisuus- ja saanti-tutkimusten perusteella. ADI-arvon on oltava alle sadasosa annoksesta, joka ei eläinkokeiden mukaan aiheuta haittavaikutuksia terveydelle. Kuvan 1 esimerkissä lisäaineen on eläinkokeissa todettu aiheuttavan haittavaikutuksia sen annoksen ollessa 1 000 mg/kg/vrk. Annoksen ollessa 750 mg/kg/vrk ei haittavaikutuksia ole enää havaittu, joten ADI-arvoksi on asetettu 7,5 mg/kg/vrk, joka on sadasosa 750 mg/kg/vrk:sta. [14, s. 684–685.]



Kuva 1. Esimerkki elintarvikelisiä aineiden hyväksyttävän päiväsaannin rajasta (ADI). Kolmas pylväs kuvaa lisäaineen ADI-arvoa (7,5 mg/kg/vrk), joka on aina vähintään sata kertaa pienempi kuin annostus kyseistä lisäainetta (750 mg/kg/vrk), jolla ei ole eläinkokeissa todettu terveydelle haitallisia vaikutuksia. Tällöin lisäaineen annoksen turvakerroin on 100. [14, s. 685.]

Heinonen muistuttaa elintarvikelisiä aineita pelkääviä kuluttajia Duodecim-lehden katsauksessaan siitä, että: ”Lisäaineet eivät tee ruoasta huonoa tai hyvää, vaan ruoan terveellisyyttä mitataan ravintoaineiden tiheydellä ja tieteellisesti toteen näytetyillä vaikutuksilla.” [14, s. 687.]

3 Jäätelön koostumus ja rakenne

3.1 Jäätelön määritelmä

Jäätelö on jäädytetty jälkiruoka, joka koostuu maidosta tai kermasta, makeuttajista, aromeista sekä emulgointi- ja stabilointiaineista. Reseptistä riippuen raaka-aineisiin voivat lukeutua myös esimerkiksi kananmuna ja elintarvikevärit. Tuotteen ilmava rakenne saadaan aikaiseksi, kun sitä vispataan jäädytyksen aikana. [1, s. 1; 5, s. 152.]

Euroopan jäätelönvalmistajat määrittivät yhteisen Euroopan jäätelökoodin vuonna 2006. Euroglaces eli *European Ice Cream Association* on Euroopassa toimivien kansallisten jäätelönvalmistajien edustaja, ja se valvoo jäätelöteollisuuden etuja Euroopan unionissa. Koodissa on määritetty ehdot jäätelövalmisteiden koostumukselle, nimistölle ja mikrobiologiselle laadulle. [15, s. 66.] Taulukossa 1 ovat jäätelökoodissa asetetut vaatimukset kullekin jäätelövalmistetyypille.

Taulukko 1. Euroopan jäätelökoodin mukaiset jäätelövalmistetyypit [15, s. 66].

Jäätelövalmistetyyppi	Koostumus
Jää, limujää	Sisältävät enimmäkseen vettä ja sokereita
Hedelmämehejää	Sisältää vähintään 15 % hedelmää
Jäätelö	Emulsio, joka koostuu vedestä ja/tai maidosta, rasvasta, proteiinista ja sokerista
Maitojäätelö	Sisältää maitorasvaa vähintään 2,5 %
Kermajäätelö	Sisältää maitorasvaa vähintään 8 %
Sorbetti	Ei sisällä lisättyä rasvaa ja hedelmää on oltava vähintään 25 %

Tällä hetkellä Suomessa jäätelöä koskeva lainsäädäntö on sisällytetty maa- ja metsätalousministeriön asetukseen *Eräitä elintarvikkeita koskevista vaatimuksista* (264/2012). Vuoteen 2012 asti oli voimassa erillinen Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös jäätelöstä (4/1999) [16.], joka sisälsi muun muassa jäätelön virallisen määritelmän sekä pakkausmerkintöjä ja litrapainoa koskevat ehdot. Nykyinen asetusta ei ota kantaa litrapainoon ja pakkausmerkintöjen kohdalla noudatetaan yleisiä pakkausmerkintävaatimuksia. Jäätelölle ei ole erillisiä vaatimuksia myöskään EU-lainsäädännön pohjalta. [17.]

Elintarvikelain mukaan jäätelön on muiden elintarvikkeiden tapaan oltava hyväksyttävää mikrobiologiselta laadultaan, mutta samanaikaisesti kuluttajat edellyttävät tuotteelta myös miellyttävää ja houkuttelevaa rakennetta, makua, suutuntumaa, väriä ja sulamisominaisuuksia. [18, s. 24.]

3.2 Jäätelön ainesosat

Kuten kaikissa elintarvikeprosesseissa, myös jäätelön valmistuksessa korkealaatuiset raaka-aineet ovat erinomaisen tuotteen edellytys. Tuoreen ja kermaisen maun sekä tasaisen rakenteen ja laadun aikaansaamiseksi tarvitaan ensiluokkaisia ja mahdollisimman vähän käsiteltyjä valmistusaineita. Korkealaatuiset raaka-aineet, sopiva sekoitussuhde ja asianmukainen valmistusmenetelmä luovat pohjan hyvän jäätelön valmistukselle. [1, s. 45.] Kaikkien ainesosien omat ominaisuudet sekä niiden käyttäytyminen muiden ainesosien kanssa vaikuttavat jokaiselle ominaisella tavalla lopullisen tuotteen [18, s. 22].

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä jäätelöstä (4/1999) jäätelö-nimikkeeseen alle kuuluvat tuotteet luokitellaan joko maito- tai kermajäätelöiksi. Niiden sisältämien rasvan ja proteiinin on aina oltava peräisin maidosta. Maitojäätelö sisältää maitorasvaa vähintään 2,5 % ja kermajäätelössä tämä pitoisuus on yli 8 %. Molemmissa laaduissa maitoproteiinia on vähintään 2,5 %. Kuiva-aineen kokonaismäärä maitojäätelössä on yli 26 % ja kermajäätelössä yli 30 %. [15, s. 66.]

Jäätelön perusraaka-aineita ovat useimmiten maito tai kerma, sokeri, sakeuttamis- ja emulgointiaineet sekä erilaiset aromit [5, s. 152]. Taulukossa 2 on esitetty jäätelölle tyypillinen koostumus massaprosentteina.

Taulukko 2. Jäätelön koostumus massaprosentteina [3, s. 39].

Ainesosa	Osuus (%)
Rasva	7–15
Maitoproteiini	4–5
Laktoosi	5–7
Muut sokerit	12–16
Stabilointi- ja emulgointiaineet, makuaineet	0,5
Kokonaiskuiva-aine	28–40
Vesi	60–72

Lisäaineilla makeutetuissa jäätelöissä kuiva-aineille on säädetty erilliset pitoisuusrajotukset. Useissa jäätelötehtaissa valmistetaan myös kasvirasvajäätelöitä, mehu- ja juomajäitä sekä sorbetteja, joita ei kuitenkaan luokitella jäätelöiksi vaan jäätelövalmisteiksi, vaikka ne kuuluvatkin saman pakkausmerkintälainsäädännön piiriin. [5, s. 154–156; 16.]

3.2.1 Maito

Jäätelöä voidaan valmistaa monella eri menetelmällä ja erilaisista raaka-aineista, mutta suurimman osan pääraaka-aineena toimii kuitenkin edelleen jokin maitotuote [1, s. 45]. Valmistuksessa voidaan käyttää esimerkiksi täysmaitoa, maitotiivistettä, kermaa, voita, kondensoitua maitoa, rasvatonta maitojauhetta tai heraproteiinia [18, s. 22]. Kermajäät-

telö valmistetaan yleensä kermasta tai voista, sokerista ja maitojauheesta. Kasvirasvajäätelön valmistuksessa käytetään rasvatonta maitoa, kasvirasvaa, sokeria ja maitojauhetta. Kasvirasva on usean rasvan seos, jossa rasva on peräisin rapsista, rypsiä, maissista, kookksesta, soijasta tai auringonkukasta. [5, s. 156.]

Vesi, maitorasva ja rasvaton kuiva-aine ovat maidon pääkomponentit. Rasvaton kuiva-aine sisältää laktoosia, proteiineja, vesiliukoisia vitamiineja, mineraaleja ja entsyymejä. Rasvaton kuiva-aine on peräisin joko maitojauheesta tai -tiivisteestä. [5, s. 156; 7, s. 45.]

Maidon matala jäätymispiste ($-0,520\text{ }^{\circ}\text{C}$) on pitkälti maitoon liunneen laktoosin ansiota. Ainoastaan maidossa esiintyvä laktoosi eli maitosokeri on glukoosi- ja galaktoosiyksiköistä muodostuva disakkaridi. Maidon laktoosipitoisuus on yleensä noin 4,8–5,1 %. Tuore raakamaito sisältää yhteensä 19 vitamiinia, joista A- ja B12-vitamiineja, riboflaavinia, niasiinia ja tiamiinia esiintyy eniten. [1, s. 50–51.]

Maidossa on kahdenlaisia proteiineja, kaseiineja ja heraproteiineja [1, s. 49]. Yhdessä stabilointiaineiden kanssa maitoproteiinit kasvattavat jäätelön jäätymättömän vesifaasin viskositeettia luontaisen vedenpidätyskykynsä ansiosta. Ne vaikuttavat edullisesti myös laktoosi- ja jääkiteiden muodostumiseen, ilmakuplien kasvuun varastoinnin aikana sekä vähentävät rakenteen jäisyyttä (*iciness*). Emulsion pysyvyyteen voidaan vaikuttaa käyttämällä erilaisia maitoproteiineja (kaseiineja ja heraproteiineja) ja niiden eri annostuksia. [18, s. 22.] Maitoproteiinit stabiloivat ilmakuplia pinta-aktiivisten ominaisuuksiensa ansiosta. Ne myös kantavat ja tukevat maidolle ominaista makua yhdessä maitorasvan kanssa. [3, s. 40–41.]

Jäätelön rasvapitoisuus on 8–20 %, ja rasva on yleensä peräisin voista, kermasta tai kasvirasvoista. Rasva stabiloii vaahtoa, antaa kermaisen tuntuman ja hidastaa sulamista. Se myös kantaa makuja ja aromeja paremmin kuin esimerkiksi vesi. Rasvat ovat useiden yhdisteiden seoksia, joten yksittäisen sulamispisteen sijaan niillä on sulamisalue, jonka aikana ne muuttavat olomuotoaan kiinteästä nestemäiseksi. Sulamisprofiili tarkoittaa kuvaajaa, jossa on esitetty kiinteiden ja nestemäisten rasvojen osuudet lämpötilan funktiona. Korkeissa lämpötiloissa sulavat rasvat (tyydyttyneet pitkäketjuiset rasvat) voivat tehdä jäätelöstä vahamaista, mutta matalissa lämpötiloissa sulavat rasvat (tyydyttymättömät lyhytketjuiset rasvat) eivät stabiloii tuotetta läheskään yhtä hyvin

kuin pitkäketjuiset. Maitorasvalla sen sijaan on sopiva sulamisprofiili jäätelön tasaisen rakenteen aikaansaamiseksi. [3, s. 45–47.]

Pitkän säilyvyytensä ansiosta jäätelön valmistuksessa käytetään nykyisin usein maitojauhetta, joka sisältää vain noin 4 % vettä. Valmistuksen kannalta on oleellista, että maitojauhe liukenee nesteeseen kokonaan ja mahdollisimman nopeasti, jotta jäätelön rakenteesta tulee tasainen. [22, s. 14.] Tuotantokustannuksia pyritään laskemaan korvaamalla tuore maito maitojauheilla ja erilaisilla heratuotteilla. Näitä tuotteita on usein helppo käsitellä ja varastoida, minkä takia niiden käyttö yleistyy teollisuudessa jatkuvasti. Rasvattoman maitojauheen avulla voidaan helposti nostaa jäätelön kokonaiskuiva-aineen määrää, joka on merkittävä tekijä sen rakenteen ja laadun kannalta. [18, s. 22.]

3.2.2 Sokeri

Sokereiden tehtävä on tuoda tuotteeseen makeutta, mutta samalla ne alentavat jäätymispistettä, nostavat viskositeettia ja ovat osana rakentamassa jäätelölle ominaista rakennetta. Lisäksi sokerit vaikuttavat edullisesti jäätelön suutuntumaan, kiinteyteen, säilyvyyteen ja jääkiteiden muodostumiseen. [18, s. 23.] Jäätelö makeutetaan erilaisilla sokereilla, ja niitä on tuotteessa yleensä 10–18 %. Seokseen liuenneet sokerit säätelevät jään määrää ja siten myös pehmeyttä jäätelössä, koska jään määrä vähenee jäätymispisteen madaltuessa. Sokereiden ansiosta jäätelöstä tulee helposti lusikoitavaa, koska mitä enemmän tuote sisältää jäätä, sitä kovempaa se on. [5, s. 156–157.]

Sakkaroosi on yleisimmin käytetty makeuttaja hyvän liukoisuutensa ansiosta, mutta myös dekstroosia, fruktoosia, melassia, laktoosia, hunajaa, siirappeja ja niiden yhdistelmiä lisätään joihinkin tuotteisiin. Vaikka maidon oma sokeri laktoosi muodostaa kolmasosan koko kuiva-aineesta, se ei itsessään ole riittävän makea, joten muitakin makeuttajia tarvitaan. Laktoosin suhteellinen makeus sakkaroosiin verrattuna on vain 0,2 sakkaroosin makeuden ollessa 1,0. [5, s. 157.] Käytettävän sokerin valintaan vaikuttavat sen suhteellinen makeus ja mahdolliset sivumaut. Sopivalla makeudella voidaan korostaa muita tuotteen makuominaisuuksia. [2, s. 15.] Sokerin molekyylipainon ja jäätymispisteen vaikutuksen välillä on käänteinen vaikutus eli pieni molekyylipaino tarkoittaa suurta jäätymispisteen alenemista [1, s. 59].

Happohydrolyysillä tai entsyymaattisesti viljatärkkelyksestä valmistettu glukoosisiirappi on yleisesti käytetty sokeri sakkaroosin rinnalla. Noin 25 % kokonaissokerin määrästä voidaan korvata myös glukoosisiirapilla. Sokereiden sokerisisältö lasketaan dekstroosin määränä eli prosenttiosuutena kuiva-aineesta. Dekstroosiekvivalentti (DE) kuvaa tärkkelyspolymeerin hydrolysoitumisastetta siten, että DE 100 tarkoittaa täysin hydrolysoitunutta eli pilkkoutunutta tärkkelystä. Mitä suurempi dekstroosiekvivalentti sokerilla on, sitä pehmeämpi jäätelö saadaan. Dekstroosin ansiosta jäätymispiste alenee enemmän kuin sakkaroosin avulla. Dekstroosia voidaan käyttää korvaamaan enintään 25 % sokerin kokonaismäärästä. [15, s. 68–69.]

3.2.3 Kananmunan keltuainen

Jäätelön historian alkuvaiheilla munankeltuainen toimi jäätelön ainoana emulgointiaineena ja nykyään sitä käytetään luonnonmukaisuutta tavoittelevissa jäätelöissä sen sisältämien emulgoivien ainesosien (lesitiini) ansiosta [9, s. 755]. Se on ravinteikas, mutta kallis raaka-aine, joka tuo esille makuaineiden flavorit, mutta saattaa myös aiheuttaa ei-toivotun kananmunan maun jäätelöön. Kananmunan keltuainen toimii osana rakenteen muodostamisessa, mutta ei vaikuta jäätymispisteeseen. Se tehostaa vispausta etenkin sisältämänsä lesitiinin ansiosta. [1, s. 29.] Keltuainen toimitetaan jäätelön valmistajille pastöroituna ja tuoreena, jäädytettynä, sokeroituna ja pastöroituna tai kuivattuna. Kuivattua kananmunan keltuaista käytetään jäätelössä yleensä noin 0,5–3 massaprosenttia. [3, s. 49.]

3.2.4 Lisukkeet, aromi- ja väriaineet

Jäätelömassan maustamiseen voidaan käyttää muun muassa hedelmä-, marja- tai pähkinätiivisteitä, hilloja, kastikkeita, makeisia, kahvia, likööreitä, kaakaojauhetta, mausteita tai muita aromiaineita. Luontaisten makua antavien aineiden voimakkuutta voidaan vahvistaa aromaattisia ominaisuuksia sisältävien synteettisten aromiaineiden avulla. Aromiaineita on kolmenlaisia: luontaisia, luontaisenkaltaisia ja keinotekoisia. Luontaiset aromit eristetään kasvismateriaalista entsyymaattisin, fysikaalisin tai mikrobiologisin menetelmin. Luonnossa esiintyviä aineita voidaan myös valmistaa kemiallisesti ja niitä kutsutaan luontaisenkaltaisiksi aromiaineiksi. Keinotekoiset aromit on valmistettu kemiallisesti eikä niitä sellaisenaan esiinny luonnossa. [5, s. 160.] Jäätelö-

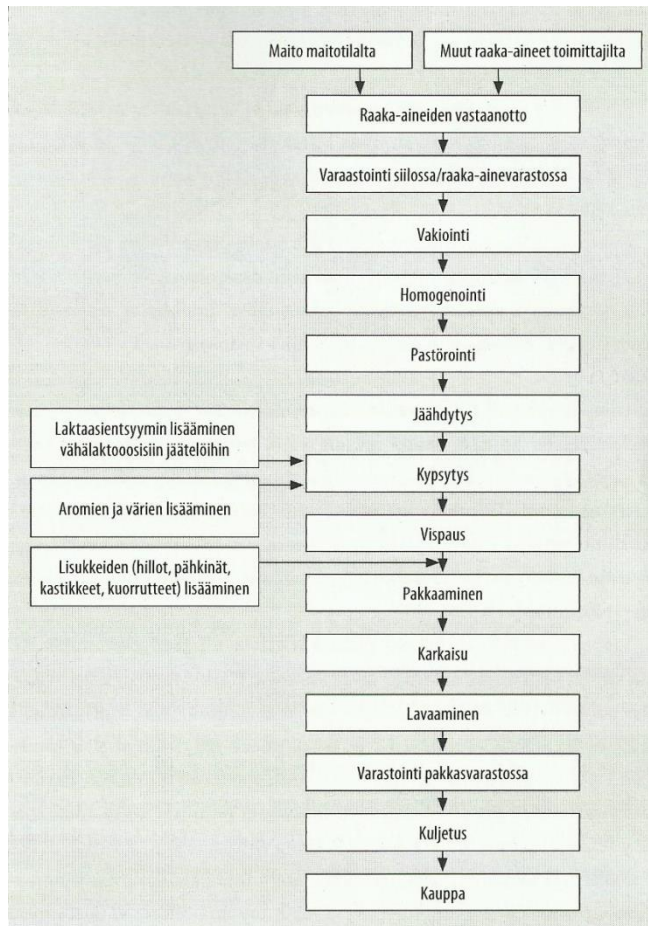
reseptin tärkeä, mutta vähäinen ainesosa on suola, joka vahvistaa ja korostaa lopullisen tuotteen sisältämiä makuaineita [1, s. 101].

Miellyttävän ulkonäön saavuttamiseksi jäätelömassaa voidaan värjätä elintarvikeväreillä, jotka voivat olla luonnonvärejä, osittain tai kokonaan keinotekoisia elintarvikevärejä. Väriaineilla on suuri merkitys kuluttajien aistimiseen ja käsitykseen jäätelön laadusta. Ne antavat värin muuten värittömille tuotteille, kuten mehujäille. Lisäksi ne vahvistavat ja tukevat tuotteen luontaisia värejä ja takaavat tuote-erien tasalaatuisuuden. [3, s. 56.] Suomessa valmistettavissa jäätelöissä käytetyt väriaineet ovat yleensä luontaisia kasvipäisiä väriaineita kuten esimerkiksi punajuuriväri (E162) tai sokerikulööri (E150) [5, s. 160–161].

Myös emulgointi- ja stabilointiaineet kuuluvat jäätelön ainesosiin ja niitä käsitellään kappaleessa 3.

3.3 Jäätelön valmistus

Jäätelön monivaiheinen valmistusprosessi on esitetty kuvassa 2, ja se alkaa raaka-aineiden punnitsemisella ja sekoittamisella. Yhdistetyt raaka-aineet muodostavat massan, joka homogenoidaan ja lämpökäsitellään eli pastöroidaan. Lämpökäsittelyn jälkeen jäätelömassan annetaan kypsyä ja maustua. Seuraavaksi vuorossa ovat vispaus ja muotoilu. Lopuksi jäätelömassa karkaistetaan ja pakataan. [5, s. 162.]



Kuva 2. Jäätelön valmistuskaavio [5, s. 163].

Homogenoinnissa maidon rasva pilkotaan korkean paineen (100–200 bar) avulla pienemmiksi palloiksi, joita stabiloivat proteiinit ja muut pinta-aktiiviset aineet tarttumalla rasvapallojen pinnalle. Homogenointi on merkittävä vaihe rakenteen kannalta, koska silloin jäätelömassa muuttuu emulsioksi. [15, s. 72.] Kuumennuskäsittelyjä on monia erilaisia (pastörointi, HTST, UHT) ja niiden pääasiallinen tarkoitus on tuhota patogeeneit seoksesta. Ne myös parantavat eri ainesosien liukoisuutta ja sulattavat rasvaa [18, s. 21].

Jäätelömassaa ei voida jäädyyttää heti voimakkaiden homogenointi- ja pastörointikäsitelyiden jälkeen, joten se ensin jäähdytetään ja sen annetaan kypsyä noin 4 °C:ssa vähintään neljän tunnin ajan. Kypsytystankissa olevaa massaa sekoitetaan varovaisesti ajoittain, jotta lämpötila pysyy tasaisena. [1, s. 158; 3, s. 66.] Jäähdytys ja kypsytytys aiheuttavat rasvan kiteytymistä ja samalla edistävät rasvapallojen pinnalle kiinnittynei-

den proteiinien korvautumista emulgointiaineilla. Kypsytyksen aikana stabilointiaineet turpoavat ja muodostavat vettä sitovan verkoston. [18, s. 21.]

Suurin osa aromeista, väriaineista ja lisukkeista lisätään jäätelömassaan ennen vispauksusta. Kastikkeet, hillot ja partikkelikooltaan suuret ainesosat sekoitetaan massaan vispauksen ja karkaisun välissä. [5, s. 160.]

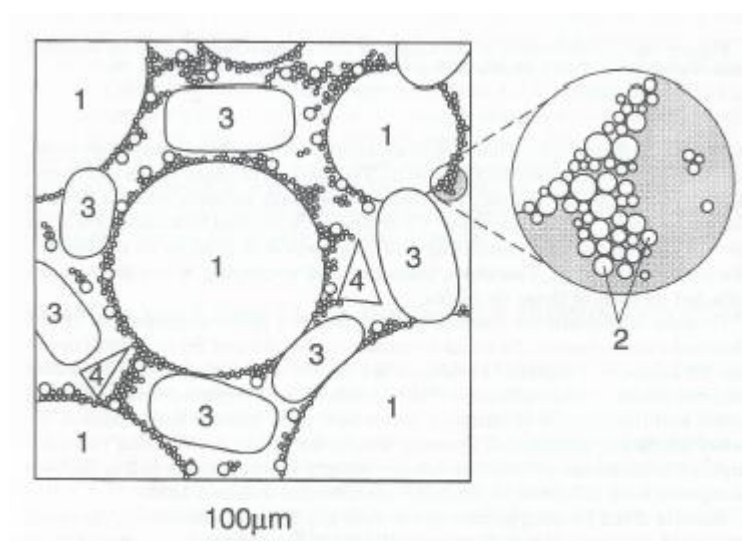
Jäädytys on kaksivaiheinen prosessi, jossa massaa ensin vispataan voimakkaasti, jolloin siihen sekoittuu ilmaa. Vispauksella pyritään estämään liian suurien jääkiteiden syntyminen, sillä yli 40–50 µm kokoiset jääkiteet aiheuttavat karkean suutuntuman. [15, s. 72.] Vispauksen aikana jäätelön tilavuus suurenee. Vispausaste (*overrun*, OR %) tarkoittaa jäätelön tilavuuden lisäystä vispauksen seurauksena. Mitä suurempi vispausaste on, sitä enemmän jäätelö sisältää ilmaa. Yleensä suuressa teollisuusmittakaavassa valmistetuissa jäätelöissä vispausaste on 100 %, mikä tarkoittaa sitä, että jäätelön tilavuus on kaksinkertaistunut. Kotitekoisissa ja pienessä mittakaavassa valmistetuissa jäätelöissä vispausaste on alhaisempi (20–40 %), ja lopputuote on tiiviimpää kuin korkean vispausasteen jäätelöissä. [3, s. 17.]

Seuraavassa vaiheessa osittain jäätynyt massa kovetetaan nopeasti ilman sekoitusta, jolloin jäätelö saavuttaa lopullisen rakenteensa ja muotonsa. Vaihetta kutsutaan karkaisuksi ja käytettävä karkaisumenetelmä riippuu valmistettavasta tuotteesta. [1, s. 164.] Yleisimmin käytettyjä menetelmiä ovat karkaisutunneli ja levykarkaisija, joissa molemmissa jäätelöä jäädytetään –35 °C:ssa noin tunnin ajan. Tehtaissa jäätelön varastointilämpötila on –30 °C ja vähittäistavarakaupoissa sen on vähintään –18 °C. [15, s. 72–73.]

Epäasianmukaiset säilytysolosuhteet voivat aiheuttaa tuotteeseen virheellisiä ominaisuuksia kuten esimerkiksi jään uudelleenkiteytymistä, laktoosin kiteytymistä tai rakenteen hajoamista. Säilytyslämpötila ja sen vaihtelevuus ovat merkittävimpiä tekijöitä jäätelön säilymisen kannalta. Paras säilyvyys ja stabiilisuus saavutetaan, kun jäätelö säilytetään sen lasisiirtymälämpötilan ($T_g = -30\text{ °C}$) alapuolella. Tämän lämpötilan alapuolella jäätymätön viskoosi vesifaasi jäätyy ja viskositeetti kasvaa. [18, s. 24.]

3.4 Jäätelön rakenne

Jäätelön fyysinen rakenne muodostaa monimutkaisen fysikaalis-kemiallisen systeemin, joka sisältää kaikkia kolmea eri olomuotoa: kaasumaista, nestemäistä ja kiinteää [1, s. 2]. Kyseessä on siis seos, joka sisältää noin 25 % jäätä, 50 % ilmaa, 5 % rasvaa ja 20 % jäätymätöntä vesifaasia. Jääkiteet, ilmakuplat ja rasvapallot ovat jäätelön rakenteellisia elementtejä, jotka yhdessä muodostavat sen lopullisen rakenteen, joka on esitetty kuvassa 3. [1, s. 168; 18, s. 21.]



Kuva 3. Jäätelön rakenne. Numerolla 1 on merkitty ilmakuplia, jotka ovat kooltaan rakenteen suurimpia rakenneyksiköitä. Agglomeroitunutta rasvaa kertyy ilmakuplien pinnalle, mikä on merkitty kuvaan numerolla 2. Jääkiteet esiintyvät kuvassa numerolla 3 ja laktoosikiteet numerolla 4. Kuvassa neliön sivun pituus on 100 μm. [1, s. 168.]

Taulukossa 3 ovat tiedot ilmakuplien, rasvapallojen ja jääkiteiden keskimääräisistä halkaisijoista. Tiedot vaihtelevat lähteestä riippuen ja taulukkoon on kerätty tietoja eri tietolähteistä.

Taulukko 3. Jäätelön rakenneyksiköiden kokojen vertailua eri lähteiden perusteella [19, s. 363–366; 1, s. 168–170; 15, s. 70].

Rakenneyksikkö	Halkaisija (μm) Goff	Halkaisija (μm) Marshall	Halkaisija (μm) Saarela ym.
Ilmakupla	20–50	10–100	60
Rasvapallo	0,5–2,0	0,2–2,0	0,6
Jääkide	20–50	20–60	40

Jäätelö on vaahtoa, jossa esiintyy kaasua pieninä ilmasoluina osittain jäätyneessä faasissa. Se sisältää liukoisia (sokeri, suola), kolloidaalisia (proteiini, stabilointiaine) ja emulgoituneita aineita (rasva, emulgointiaineet). [15, s. 70.] Vesifaasissa ovat vapaat kaseiinimisellit, heraproteiinit, suolat ja suurikokoiset polysakkaridit (esimerkiksi stabilointiaineet) [19, s. 365]. Jäädytysvaiheessa jäätelömassaan sekoitetaan ilmaa, minkä seurauksena vesifaasi väkevöityy ja jääkiteet alkavat muodostua. Vakaa rakenne koostuu yhdistelmäkerroksesta, jossa on rasvaa, proteiineja ja emulgointiaineita. Lopulliseen rakenteen muodostumisen kannalta tärkeitä tekijöitä ovat myös seokseen sekoitetun ilman määrä, jäädytysaika ja -lämpötila. [18, s. 21.]

Jäätelölle ominaisen rasvamembraanin muodostuminen alkaa homogenoinnin aikana, jolloin rasva sulaa ja pilkkoutuu noin 0,5–2,0 µm kokoisiksi partikkeleiksi. Tällöin rasvapallojen pinta-ala kasvaa ja niiden pinnalle tarttuu kaseiineja, kaseiinimisellejä, heraproteiineja, fosfolipidejä ja lipoproteiineja. Kypsymisen aikana maitoproteiinit ja stabilointiaineet sitovat vettä vetysidosten avulla, rasva kiteytyy ja järjestäytyy uudelleen tasaisen tekstuurin muodostamiseksi. Myös vispautuvuus paranee kypsytyksen myötä. [19, s. 365.]

Osittain kiteytynyt rasvafaasi järjestäytyy uudelleen vispauksen ja jäädätyksen aikana, minkä seurauksena rasvapalloset kerääntyvät rykelmiksi ja muodostavat verkkorakenteen, jonka sisään sitoutuu ilmaa. Emulgointiaineet tehostavat rasvan verkkorakenteen syntymistä, joka edesauttaa jäätelön vahvan rakenteen muodostumista. Etenkin vispauksen myötä massaan kohdistuvat leikkausvoimat, mutta myös kaikki valmistusprosessin muut vaiheet vaikuttavat osaltaan lopullisen rakenteen muodostumiseen. [19, s. 363–368.]

Rasvapitoisuus, kiinteän rasvan osuus sekä rasvapallojen koko ja pintaominaisuudet vaikuttavat rakenteellisiin ominaisuuksiin ja makuun. Rasvan muodostama verkko stabiloi ilmakuplia ja vaahtomaista rakennetta. Mitä korkeampi tuotteen rasvapitoisuus on, sitä vahvempi verkkorakenne on ja sitä paremmin jäätelö säilyttää rakenteensa lämpötilan noustessa. [18, s. 23.]

4 Jäätelön emulgointi- ja stabilointiaineet

4.1 Elintarvikelisiäaineet ja lainsäädäntö

Elintarvikelisiäaineita ei yleensä käytetä elintarvikkeena sellaisenaan, vaan niitä lisätään elintarvikkeisiin aina tietyn tarkoituksen takia. Ne on aina mainittava ainesosaluettelossa asianmukaisin merkinnöin. Useita lisääaineita (esimerkiksi pektiini) esiintyy elintarvikkeissa myös luontaisesti. [14, s. 683.] Elintarvikkeiden valmistusprosesseissa saa käyttää ainoastaan hyväksytyjä lisääaineita, joille on tehty turvallisuusarviointi. Lisäaineiden avulla voidaan esimerkiksi estää mikrobien kasvua, parantaa elintarvikkeen rakennetta, makua ja väriä sekä taata näiden ominaisuuksien säilyminen koko elintarvikkeen käyttöajan. Elintarvikkeessa mahdollisesti olevia virheitä ei saa yrittää peittää lisääaineilla. Tarkoituksena on hyödyttää sekä tuotteen valmistajaa että kuluttajaa ja samalla taata elintarvikkeiden turvallisuus. [20, s. 8.]

Kaikki hyväksytyt elintarvikelisiäaineet ja niitä koskevat käyttöehdot on määritelty Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EY) N:o 1333/2008, joka on voimassa kaikissa Euroopan unionin maissa. [21] Euroopan Elintarviketurvallisuusviranomainen EFSA vastaa lisääaineiden turvallisuuden valvonnasta Euroopan unionin alueella. Lisäaineet merkitään elintarvikepakkauksen ainesosaluetteloon ryhmänimellä sekä lisäaineen nimellä tai E-koodilla. Lisäaineet, jotka on hyväksytty käyttöön Euroopan unionin alueella, saavat oman E-koodi merkinnän. [20, s. 10–12.]

Mikäli turvallisuusarvioinnissa todetaan, että lisääaineella on mahdollisia haittavaikutuksia ihmisen terveydelle suurissa käyttömäärissä, määritetään sille ADI-arvo eli hyväksyttävä päivittäinen enimmäissaanti. ADI-arvo tarkoittaa sellaista annosta, jolle ihminen voi altistua joka päivä ilman terveydelle koituvia haittavaikutuksia. Enimmäissaanti ilmoitetaan milligrammoina kuluttajan painokiloa kohden vuorokaudessa (mg/kg/vrk). Suuren turvamarginaalinsa ansiosta ADI-arvot ylittyvät harvoin. [20, s. 10.] Millekään tässä työssä mainitulle emulgointi- tai stabilointiaineelle ei ole asetettu ADI-arvoa.

Elintarvikelisiäaineiden käyttöehtoihin liittyy termi *quantum satis*, joka tarkoittaa sitä, että kyseisen lisäaineen enimmäispitoisuutta ei ole määrätty lukuarvona. Käyttömäärän pääperiaatteena on, että kuluttajaa ei saa johtaa harhaan, vaan lisäainetta saa käyttää

hyvän valmistustavan mukaisesti enintään halutun vaikutuksen saavuttamiseksi vaadittavan määrän. [21.]

4.2 Emulgointiaineet jäätelössä

4.2.1 Yleistä jäätelöiden emulgointiaineista

Emulgointiaineiden avulla mahdollistetaan tai stabiloidaan kahden tai useamman toisiinsa sekoittumattoman aineen muodostama tasainen seos. Seosta, jossa toisen aineen pisarat ovat jakautuneet tasaisesti toiseen aineeseen, kutsutaan emulsioksi. Emulgointiaineet sekoittavat esimerkiksi jäätelön rasvan ja veden emulsioksi vähentämällä pintajännitystä aineiden välillä. Ne takaavat, että emulsio säilyy tuotteessa myös varastoinnin aikana. [20, s. 13; 22, s. 20–21.]

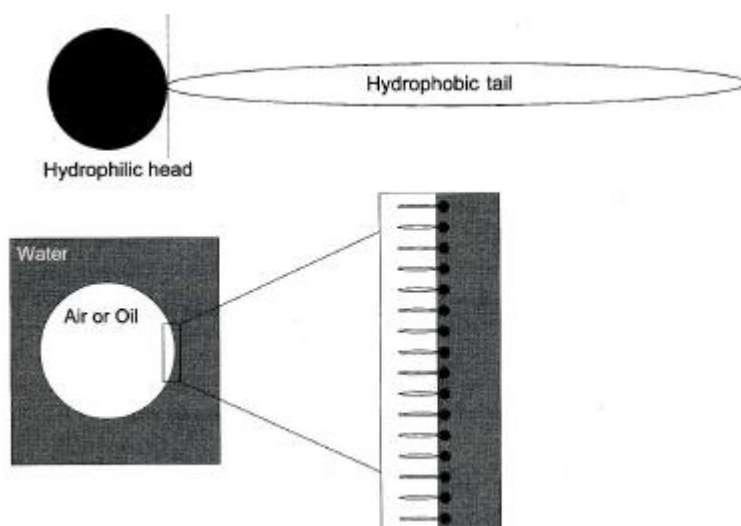
Emulgointiaineet helpottavat tiettyjen elintarvikkeiden valmistusta tai vaikuttaa sen rakenteeseen, ulkonäköön, viskositeettiin tai suutuntumaan. Useat elintarvikkeet sisältävät luonnostaan näitä aineita, mutta niitä voidaan myös valmistaa luonnollisista lähteistä tai täysin keinotekoisesti. Syötävät kasvi- ja eläinrasvat ovat jäätelöissä käytettävien emulgointiaineiden yleisin lähde. Luonnonrasvojen johdannaiset voidaan luokitella glyseroli-, sorbitoli-, sokeri- ja muista alkuperistä saatuihin estereihin. Eniten elintarvikkeissa käytettyjä emulgointiaineita ovat rasvahappojen mono- ja diglyseridit (E471). [5, s. 157.] Niiden tarvittava käyttömäärä jäätelön valmistuksessa vaihtelee noin 0,02–0,4 prosenttiosuuden välillä. Käytettävän emulgointiaineen valintaan vaikuttavat tuotteessa olevan rasvan määrä ja laatu sekä lopputuotteen tavoiteltavat rakenneominaisuudet. [20, s. 36; 5, s. 157.]

Homogenoidussa maidossa maidon omat proteiinit toimivat emulgointiaineina. Kun maidon rasvapitoisuus nousee yli kolmen prosentin, rasvapallot kohoavat helposti pintaan, eivätkä maidon omat emulgaattorit enää riitä. Emulgointiaineet ovat glyserolin rasvahappoestereitä ja jäätelössä useimmiten etenkin rasvahappojen mono- ja diglyseridejä. [22, s. 20–21.]

Jäätelön vispautuvuus jäähdyttimessä paranee ja rakenne pysyy pehmeänä emulgointiaineiden ansiosta. Nestemäisen vesifaasin ja ilmakuplien välillä vallitseva pintajännitys alenee samoin kuin rasvan ja veden, joten ilmakuplat eivät pääse kasvamaan liian

suuriksi jäähdytyksen aikana ja ne jakautuvat tasaisesti. [22, s. 20–21.] Proteiinit ja emulgointiaineet toimivat yhdessä jäätelön sisältämällä rajapinnoilla. Emulgointiaineet pienentävät pintajännitystä paremmin kuin proteiinit, joten ne korvaavat rasvapallojen pinnalle tarttuneet proteiinit jäähdytyksen ja kypsytyksen aikana. Emulgointiaineet ovat rasvoja, joten ne suurentavat tuotteen kiinteän ja kiteisen rasvan osuutta, joka vastaa- vasti on merkittävä osa jäätelön rakennetta ja sen kestävyyttä. [18, s. 24.]

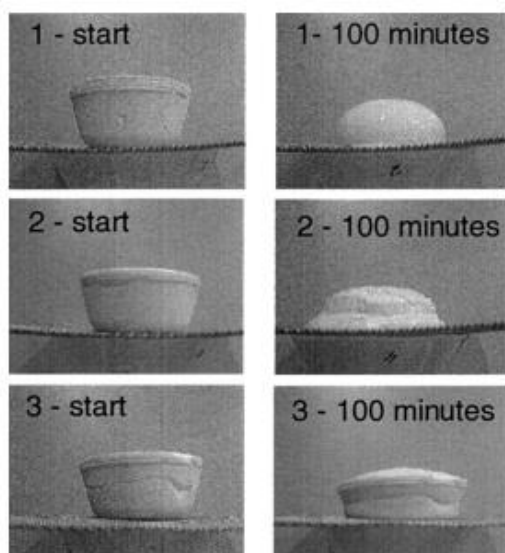
Jäätelön valmistuksessa muodostuva emulsio stabiloidaan pinta-aktiivisilla aineilla eli emulgointiaineilla, joissa on hydrofiilinen pää- ja hydrofobinen häntäosa (kuva 4). Hydrofiilinen pää reagoi veden ja hydrofobinen rasvan kanssa. Pinta-aktiivinen emulgointiaine toimii vesi-rasvaemulsion rajapinnalla, jolloin pintajännitys pienenee. Myös proteiineilla, kuten maidon kaseiinilla, on hydrofiiliset ja hydrofobiset osat. [3, s. 16–17.]



Kuva 4. Emulgointiaineen rakenne. Ylemmässä kuvassa musta ympyrä esittää emulgointiaineen hydrofiilistä päätä (*hydrophilic head*) ja soikio hydrofobista häntäosaa (*hydrophobic tail*). Alemmassa kuvassa on esitetty ilmakuplan (*air*) tai rasvapallon (*oil*) ja veden (*water*) rajapinta, jossa hydrofobiset hännät ovat kiinnittyneenä ilmaan tai rasvaan ja hydrofiilinen pää veteen. [3, s. 16.]

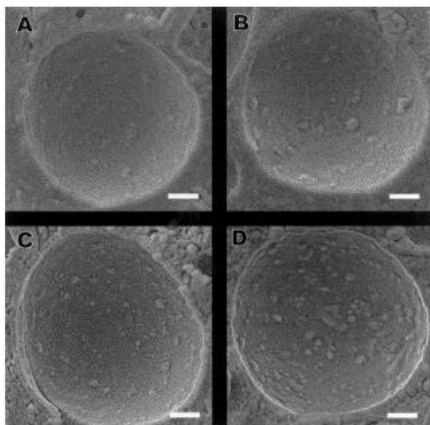
Bolligerin ym. (2000) mukaan rasvakiteiden uudelleen järjestäytyminen voimistui, sulamisnopeus hidastui ja jäätelö säilytti rakenteensa paremmin tuotteissa, joissa oli käytetty emulgointiaineita (mono- ja diglyseridit ja polysorbaatti 80) kuin tuotteissa, joissa niitä ei ollut käytetty. Kuvasta 5 havaitaan miten jäätelön kyky säilyttää rakenteensa sulamiskokeen aikana riippuu voimakkaasti emulgointiaineiden määrästä. Bolligerin ym. (2000) tutkimuksessa oli valmistettu kolmenlaisia kermajäätelöitä, joista yksi ei sisältänyt ollenkaan emulgointiaineita (kuvassa 5 numero 1), yksi sisälsi 0,15 % rasva-

happojen mono- ja diglyseridejä sekä 0,02 % polysorbaatti 80:a (kuvassa 5 numero 2) ja kolmas 0,15 % rasvahappojen mono- ja diglyseridejä sekä 0,06 % polysorbaatti 80:a (kuvassa 5 numero 3). Sulamiskokeessa jäätelöiden annettiin sulaa 100 minuutin ajan ja parhaiten muotonsa säilytti eniten emulgointiaineita sisältänyt jäätelö, joka on merkitty kuvaan numerolla 3. Emulgointiaineita sisältämättömän jäätelön rakenne rikkoutui täysin sulamiskokeen aikana. [23, s. 307.]



Kuva 5. Kolmen eri jäätelön sulamiskoe 1. Ei emulgointiaineita. 2. 0,15 % rasvahappojen mono- ja diglyseridejä sekä 0,02 % polysorbaatti 80:a. 3. 0,15 % rasvahappojen mono- ja diglyseridejä sekä 0,06 % polysorbaatti 80:a. Vasemmassa reunassa olevat kuvat on otettu sulamiskokeen alkamishetkellä (*start*) ja oikealla puolella olevat kuvat lopetushetkellä eli 100 minuutin kuluttua (*100 minutes*). [23, s. 307.]

Saman tutkimuksen mukaan emulgointiaineiden pitoisuuden noustessa nolasta 0,21 prosenttiyksikköön rasvaa kiinnittyi enemmän ilmakuplien pinnalle ja syntyi rasvakerelmiä. Kuvassa 6 on pyyhkäisyelektronimikroskoopilla otettuja kuvia jäätelön sisältämistä ilmakuplista. [23, s. 306.]



Kuva 6. Neljän eri jäätelön ilmakuplat pyyhkäiselektronimikroskoopilla kuvattuna. Kuvassa A oleva jäätelö ei sisällä lainkaan emulgointiainetta, B sisältää 0,15 % rasvahappojen mono- ja diglyseridejä; C 0,15 % rasvahappojen mono- ja diglyseridejä ja 0,02 % polysorbaatti 80:a ja D 0,15 % mono- ja diglyseridejä ja 0,06 % polysorbaatti 80:a. [23, s. 306.]

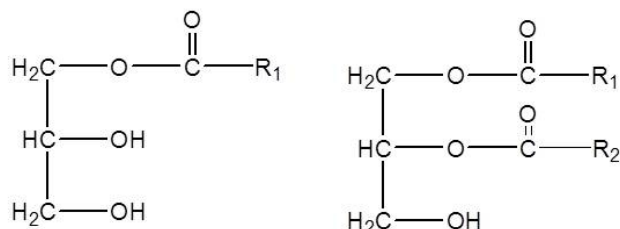
Kuvasta 6 havaitaan, että emulgointiaineita sisältämättömässä jäätelössä rasvaa ei ole kiinnittynyt ilmakuplan pinnalle läheskään yhtä paljoa kuin emulgointiaineita sisältävässä. Bollingerin ym. (2000) tutkimustulosten mukaan jäätelölle ominainen rakenne on pitkälti emulgointiaineiden ansiota. [23, s. 309.]

4.2.2 Jäätelössä käytettyjä emulgointiaineita

Kaikissa soluissa luontaisesti esiintyvää lesitiiniä (E322) valmistetaan emulgointiaineksi useimmiten soijapavuista, mutta sitä on paljon myös kananmunankeltuaisessa ja auringonkukan siemenissä. Se estää tehokkaasti hapettumista, joten sitä käytetään paljon esimerkiksi jäätelövohveleissa ja -kuorrutteissa. Lesitiinin kananmuna- ja soija-alkuperä on merkittävä elintarvikkeen ainesosaluetteloon, koska kyseiset ainesosat voivat aiheuttaa allergisia reaktioita. Auringonkukasta peräisin olevalla lesitiinillä ei ole todettu olevan allergisoivia vaikutuksia. [2, s. 18; 20, s. 37.]

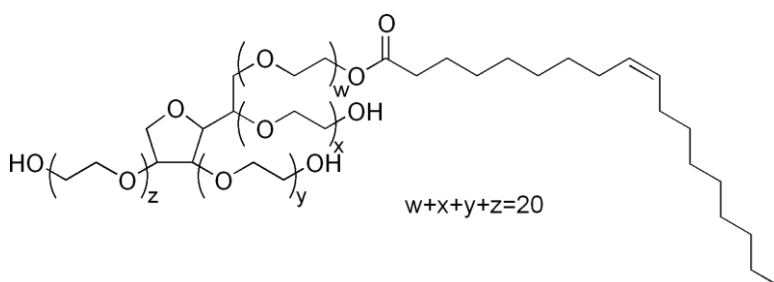
Syötävistä öljyistä ja rasvoista peräisin olevat rasvahappojen mono- ja diglyseridit (E471) muodostuvat glyserolimolekyylistä, johon on liittynyt joko yksi tai kaksi rasvahappoa (kuva 7). Rasvahapot määrittävät mono- ja diglyseridien ominaisuudet. Niitä voidaan valmistaa synteettisesti, jolloin myös emulgointiominaisuuksien muuttaminen on mahdollista erilaisten rasvahappojen avulla. [2, s. 20.] Molekyylissä glyseroli on hydrofiilinen ja rasvahappo-osa hydrofobinen, joten koko molekyyli on pinta-aktiivinen. Niitä valmistetaan hydrolysoimalla kasvirasvoja, kuten soijapapuja tai palmuöljyä. [3, s.

48–49.] Valmistukseen käytetyt rasvat voivat olla myös eläinperäisiä. Rasvahappojen mono- ja diglyseridien käyttömäärä jäätelössä on enintään 0,3 %. [2, s. 20; 3, s. 48–49.]



Kuva 7. Rasvahappojen mono- ja diglyseridien rakennekaavat. Kuvassa vasemmalla monoglyseridi ja oikealla diglyseridi. R_1 ja R_2 tarkoittavat rasvahappoketjuja, jotka vaihtelevat yhdisteestä riippuen. [24.]

Polysorbaatti 80 (E433) on rakenteellisesti hyvin samankaltainen kuin rasvahappojen mono- ja diglyseridit. Polysorbaatti 80:ssa glyserolin tilalla on sorbitoli, johon on liittynyt rasvahappoja. Kuvassa 8 on polysorbaatti 80:n rakennekaava. Käyttömäärä jäätelön valmistuksessa on hyvin alhainen (0,02–0,04 %). [3, s. 48–49.]



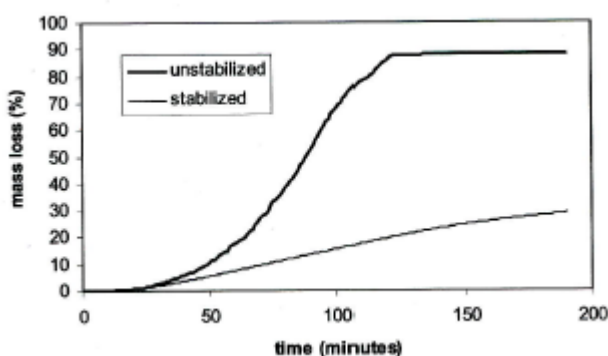
Kuva 8. Polysorbaatti 80:n rakennekaava. Kirjaimet w , x , y ja z tarkoittavat toistuvien yksiköiden ($\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$) määrää, joiden summan on aina oltava 20. [25.]

4.3 Stabilointiaineet jäätelössä

Stabilointiaineilla jäätelön rakenteesta saadaan pehmeä ja tasainen. Ne estävät ja hidastavat jääkiteiden kasvua varastoinnin aikana sekä takaavat tuote-erien tasalaatuisuuden. Stabilointiaineilla vaikutetaan edullisesti myös tuotteen sulamisominaisuuksiin. Ne ovat suurikokoisia proteiineja tai hiilihydraatteja, jotka nostavat viskositeettia muodostamalla vedessä joko geelirakenteen tai hydraatin. Geeli pidättää muita partikkeleita sisäänsä kolmiulotteisen verkkorakenteensa avulla ja estää sitoutumattoman veden

liikkumista. [5, s. 159; 1, s. 71.] Jäätelössä oleva vesi ei koskaan jäädy kokonaan, joten säilytyslämpötilan vaihtelu varastoinnin aikana aiheuttaa rakenteeseen epämiellyttäviä muutoksia, jolloin jääkiteet sulavat ja jäätyvät uudelleen. Stabilointiaineet estävät näitä rakennemuutoksia sitomalla vapaana olevaa vettä. [1, s. 71.]

Kuvassa 9 on esitetty sulamiskäyrät stabilointiaineita sisältämättömälle ja sisältävälle jäätelölle. Sulamiskäyrä kuvaa sitä, missä aikayksikössä tuote menettää massaansa eli sulaa. Kuvasta havaitaan, että stabilointiaineita sisältämättömän jäätelön sulamiskäyrä nousee jyrkästi, joten jäätelö sulaa huomattavasti nopeammin kuin vastaava jäätelö, joka sisältää stabilointiaineita. Stabilointiaineiden ansiosta jäätelö säilyttää rakenteensa pidempään. [3, s. 145.]



Kuva 9. Stabilointiaineita sisältämättömän ja sisältävän jäätelön sulamiskäyrät. Vaaka-akselilla on aika minuutteina (*time (minutes)*) ja pystyakselilla massan vähentyminen prosenttiyksikköinä (*mass loss (%)*). Ylempi käyrä kuvaa stabilointiaineita sisältämättömän (*unstabilized*) ja alempi käyrä stabilointiaineita sisältävän (*stabilized*) jäätelön massan vähentymistä 200 minuutin aikana. [3, s. 145.]

Maidon omat proteiinit stabiloivat jäätelöä, mutta niiden lisäksi tarvitaan myös muita stabiloivia aineita. Stabilointiaineen käyttömäärä jäätelössä on yleensä noin 0,2–1,15 % ja liian suuri annostus tekee jäätelöstä kumimaista ja sitkeää. [5, s. 159.] Useat stabiloiijat ovat hydrokolloideja, joissa hydrofiiliset polymeerit ovat jakautuneet tasaisesti veteen. Ne voidaan luokitella proteiineihin (esimerkiksi gelatiini), siemenkumeihin (esimerkiksi johanneksenleipäpuu, guar), mikrobiologisiin kumeihin (ksantaani), merileväuutteisiin (alginaatit, karrageeni), kasvieritteisiin (arabikumi), pektiineihin ja sellulooseihin. Stabilointiaineita käytetään yleensä erilaisina seoksina, sillä harvoilla hydrokolloideilla on sellaisenaan kaikkia haluttuja ominaisuuksia. Polysakkaridit ovat yleisimpiä stabilointiaineita etenkin hyvän vedensidontakykynsä takia. Haluttujen rakenne- ja su-

lamisominaisuuksien saavuttaminen on pitkän työn tulosta, koska sopivan seoksen ja annostelun löytäminen ei ole yksinkertaista. [2, s. 17; 1, s. 72.]

Stabilointiaineen vaikutus lopputuotteeseen riippuu käytetystä aineesta, sen määrästä, muista ainesosista ja prosessointiolosuhteista [18, s. 23]. Mitä korkeampi tuotteen rasvapitoisuus on, sitä vähemmän stabilointiaineita tarvitaan. Jokainen stabilointiaine toimii eri tavoin ja niillä saattaa olla hyvien ominaisuuksiensa lisäksi myös ei-toivottuja vaikutuksia (jäätelön kumimaisuus, sulamattomuus ja virhemaut) suurina annoksina käytettynä, joten useimmiten käytetään kahta tai useampaa stabilointiainetta samanaikaisesti. [1, s. 79; 2, s. 17.]

Rhodophyceae-punaleivistä valmistettavaa agaria (E406) käytetään stabilointiaineena usein eläinperäisten aineiden sijaan. Polysakkaridirakenteinen agar liuotetaan kiehuvaan veteen, jolloin jäätelön rakenne muuttuu liisterimäiseksi, mutta maku säilyy muuttumattomana. Se muodostaa lujan ja hauraan geelirakenteen, kestää hyvin lämpöä, mutta vaatii pitkän kypsyamisajan. Agar on melko kallis stabilointiaine, joten sitä ei enää käytetä kovin yleisesti jäätelössä. Käyttömäärä jäätelössä vaihtelee 0,1–0,5 massaprosentin välillä. [22, s. 23; 1, s. 72.]

Alginaatit ovat ruskoleivistä uutetun algiinihapon erilaisia suoloja. Ne ovat monimutkaisia polysakkaridiseoksia, joista yleisin on natriumalginaatti (E401) [2, s. 18]. Ne koostuvat negatiivisesti varautuneesta polymeeriketjusta, johon natriumionit ovat kiinnittyneinä ionisidoksella. Vesiliuoksissa natriumionit irrottautuvat polymeeriketjusta, jolloin positiivisesti varautuneet vapaat ionit, kuten maidon kalsium, voivat kiinnittyä siihen. Tämän vuorovaikutuksen seurauksena muodostuu geelirakenne. [3, s. 51.]

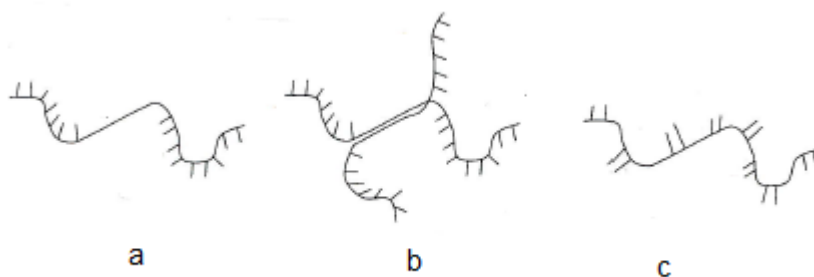
Alginaatit parantavat jäätelömassan tilavuudenlisäyskykyä, paksuntavat ja hyytelöittävät massaa, mutta voivat samalla aiheuttaa ei-toivottuja makumuutoksia mahdollisen hapettumisen takia. Ne stabiloivat jäätelöä, mutta eivät vahingoita sulamisominaisuuksia. Aine liuotetaan kylmään veteen, ja se saattaa maidon kalsiumin kanssa aiheuttaa saostumista. [1, s. 72–73.] Alginaatit eivät sovellu käytettäväksi sellaisenaan, koska niiden vedensidontakyky on merkittävä vasta korkeissa pitoisuuksissa, jolloin jäätelö liisteröityy ja paksuuntuu helposti liikaa. Ne sietävät muita stabilointiaineita paremmin happamia olosuhteita (pH 4–5). Alginaatteja käytetään melko pieniä määriä jäätelössä (0,1–0,5 %), joten kustannukset eivät nouse kovin suuriksi niiden korkeasta hinnasta huolimatta. [22, s. 23.]

Karrageeni (E407) on *Chondrus crispus* -punalevistä saatava monimutkaisesti rakentunut polysakkaridi, joka sisältää sulfaattiestereitä. Se sitoo vettä voimakkaasti, hyytelöityy nopeasti. Karrageeni estää jäätelölle ominaista heroittumista eli maitoproteiinien ja polysakkaridien faasierottumista varastoinnin aikana. [3, s. 51.] Karrageeneja on kolmea lajia, jotka luokitellaan sulfaatin määrän mukaan: lambda, iota ja kappa. Lambda sisältää eniten sulfaattia, ja se liukenee kylmään maitoon muodostaen heikon geelirakenteen. Iota puolestaan liukenee noin 55 °C:seen maitoon muodostaen elastisen geelin. Kappa muodostaa hauraan geelirakenteen liuetessaan noin 70 °C:seen maitoon. Karrageenijauheita ei löydy puhtaassa muodossa vaan aina seoksena. [1, s. 73, 159.]

Karrageenin vaikutus jäätelön viskositeettiin alkaa vasta kuumennetun seoksen jäähtyessä positiivisten ionien läsnä ollessa. Kappa-karrageeni ja johanneksenleipäpuujauhe toimivat hyvin yhdessä, jolloin muodostuu yhtenäinen ja elastinen geeli. Karrageeniä käytetään jäätelöissä vain hyvin pieniä määriä eli noin 0,02–0,15 %. [1, s. 73, 159.]

Karrageenistä on olemassa ristiriitaisia tutkimustuloksia, joista osan perusteella sen väitetään aiheuttavan haavaumia suolistoon, mutta toisaalta osa tutkimuksista kumoaa nämä väitteet. Muun muassa FAO:n ja WHO:n yhteinen elintarvikelisiä aineita käsittelevä asiantuntijakomitea JECFA ja Kansainvälinen lisäaineiden neuvosto IFAC ovat kuitenkin arvioineet karrageenin turvalliseksi lisäaineeksi. Suomessa ja EU:ssa karrageeni on sallittu lisäaine ja sille on määrätty enimmäisrajoituksia hilloissa, marmeladeissa, hyytelöissä ja lastenruoissa, mutta ADI-arvoa sille ei ole asetettu [20, s. 38; 26, s. 105.]

Kemialliselta rakenteeltaan johanneksenleipäpuujauhe (E410) on monimutkainen polysakkaridi, joka valmistetaan johanneksenleipäpuun (*Ceratonia siliqua*) siemenistä. Sitä käytetään usein kaakaon ja suklaan korvikkeena, joten se voi aiheuttaa makuhaittoja muun kuin suklaan makuisiin tuotteisiin. [2, s. 19.] Johanneksenleipäpuujauheen rakenne koostuu mannoosiketjuista, joihin on kiinnittyneenä galaktoosiyksiköitä (kuva 10). Galaktoosia on neljäsosa mannoosin määrästä. Galaktoosiyksiköt ovat kiinnittyneinä rykelminä, joten osa mannoosiketjusta on vapaana. Vapaiden osien välille syntyy vahvoja vetysidoksia geelinmuodostuksessa. [3, s. 52.]



Kuva 10. Johanneksenleipäpuujauheen ja guarkumin rakenteet. Kuvassa vasemmalla puolella (a) on vapaata mannoosiketjua, jonka päissä on kampamaisesti kiinnittyneenä galaktoosirykelmiä. Kuvassa keskellä (b) vapaiden mannoosiketjujen välille muodostuu vetysidoksia geelin muodostuessa. Guarkumin rakenne (c) on kuvassa oikealla. Se poikkeaa johanneksenleipäpuujauheen rakenteesta siten, että galaktoosiyksiköt ovat kiinnittyneet kampamaisesti mannoosiketjuun tasaisin välein. [3, s. 52.]

Johanneksenleipäpuujauhe liukenee ainoastaan korkeassa lämpötilassa (85 °C), mutta on käytännöllisesti katsoen pH-arvosta riippumaton aine. Se muodostaa seoksessa hydraatin eli saa aikaan viskositeetin nousun geeliytymättä. Maitoproteiinit saostuvat herkästi johanneksenleipäpuujauheen vaikutuksesta, joten sitä käytetään yleensä yhdessä karrageenin kanssa. Muihin stabilointiaineisiin verrattuna johanneksenleipäpuujauhe on melko kallis, ja sen annostelu jäätelöissä on noin 0,05–0,3 %. [1, s. 74–75.]

Johanneksenleipäpuujauhe on merkittävä stabilointiaine jäätelön rakenteen ja täyteläisyyden kannalta, ja lisäksi se hidastaa sulamista ja jääkiteiden uudelleenkiteytymistä. Se on kuitenkin herkkä lämpötilan vaihtelulle ja jäätelön sulaessa aiheuttaa heroittumista. Aineelle on määrätty enimmäisrajoituksia hilloissa, marmeladeissa, hyytelöissä ja lastenruoissa. [22, s. 23; 20, s. 38.]

Palkokasveihin kuuluvan guar-kasvin (*Cyamopsis tetragonoloba*) siemenistä peräisin oleva guarkumi (E412) kasvattaa viskositeettia huomattavasti nopeammin kuin muut stabilointiaineet ja on selkeästi edullisin vaihtoehto jäätelön valmistuksessa [27, s. 391; 2, s. 19]. Se muodostaa helposti vetysidoksia muiden hydrofobisten molekyylien kanssa. Guarkumi on HTST-pastöroiduissa tuotteissa usein käytetty polysakkaridi, jonka aikaansaama vaikutus viskositeettiin on kääntäen verrannollinen lämpötilaan. Helposti kylmiin liuoksiin liukeneva aine saattaa kuitenkin muodostaa liiallisen geelin jo pienissä pitoisuuksissa. Guarkumin suora ketjumainen rakenne koostuu johanneksenleipäpuujauheen tavoin toistuvista mannoosiyksiköistä, mutta joista joka toiseen on kiinnittynyt galaktoosimolekyyli (kuva 10). [1, s. 74.] Guarkumille on määrätty enimmäisrajoituksia hilloissa, marmeladeissa, hyytelöissä ja lastenruoissa. [20, s. 38].

Ksantaani (E415) on *Xanthomonas campestris* -bakteerin tuottama stabilointiaine. Se on sokeriliemestä bakteerikäymisen avulla tuotettu ainesosa, joka liukenee helposti ja sietää happamia olosuhteita. Se on rakenteeltaan tankomainen polymeeri, joka muodostaa liuoksessa heikon verkkorakenteen, joka rikkoutuu sekoitettaessa. Sekoituksen päättyessä verkkorakenne palautuu entiselleen. Tämän ansiosta ksantaani soveltuu etenkin jäätelökastikkeiden valmistukseen. Se on mehujäissä paljon käytetty ja kallis aineosa. [3, s. 53.] Jäätelön, sorbettien ja mehujäiden stabilointiaineseoksissa ksantaania käytetään yhdessä johanneksenleipäpuujauheen ja guarkumin kanssa [27, s. 391].

Lisäaineena käytetty pektiini (E440) uutetaan omenan tai sitrushedelmien perusjätteistä, joissa se esiintyy protopektiininä. Uute tiivistetään ja kuivataan. HM-pektiini (*high methoxyl-pektiini*) hyytelöityy helposti happamissa olosuhteissa, kun seokseen lisätään sokeria. [2, s. 19.] Sitä käytetään lähinnä sorbeteissa ja mehujäissä, koska se ei kykene estämään laktoosin kiteytymistä jäätelössä. [5, s. 160.] Pektiinille on määrätty enimmäismäärärajoituksia lastenruoissa, ananas- ja passionhedelmänektareissa sekä täysmehuissa. [20, s. 42].

Kasvien soluseinissä oleva selluloosa on disakkaridi, joka koostuu glukoosiyksiköistä. Karboksimeetyliselluloosa (E466) tarkoittaa kemiallisesti modifioitua selluloosaa, jolla on hyvä lämmönsietokyky. [5, s. 159.] Sitä saadaan puuhiokkeesta tai puuvillasta eristetyistä ja puhdistetusta selluloosasta [3, s. 53]. Puhdistettu karboksimeetyliselluloosa on kerman valkoista, hajutonta ja mautonta jauhetta [27, s. 391]. Stabilointiaineena sitä käytetään yleensä yhdessä johanneksenleipäpuujauheen, karrageenin tai guarkumin kanssa, koska se ei sellaisenaan pysty muodostamaan vahvaa geeliä. Karboksimeetyliselluloosa on helposti liukeneva ja sillä on hyvä vedensidontakyky sekä emulgoivia ominaisuuksia. Se myös vähentää kaseiinin saostumista. Sen käyttömäärä on noin 0,1–0,2 massaprosenttia, ja se on kohtuuhintainen moniin muihin stabilointiaineisiin verrattuna. [1, s. 73.]

Taulukkoon 4 on kerätty kaikkien työssä mainittujen emulgointi- ja stabilointiaineiden käyttömäärät jäätelössä.

Taulukko 4. Jäätelössä käytettävien emulgointi- ja stabilointiaineiden määrät massaprosentteina [1, s. 72–77; 3, s. 51–54; 28].

Emulgointi- tai stabilointiaine	Käyttömäärä jäätelössä (%)
Lesitiini	0,2–0,5
Rasvahappojen mono- ja diglyseridit	< 0,3
Polysorbaatti 80	0,02–0,04
Agar	0,1–0,5
Alginaatit	0,1–0,5
Karrageeni	0,02–0,15
Johanneksenleipäpuujauhe	0,05–0,3
Guarkumi	0,1–1,0
Ksantaani	0,2–0,6
HM-pektiini	0,3–0,5
Karboksimetyyliselluloosa	0,1–0,2

4.4 Emulgointi- ja stabilointiaineet Suomessa valmistetuissa jäätelöissä

Taulukossa 5 on viiden Suomessa valmistettavan vaniljajäätelön sisältämät emulgointi- ja stabilointiaineet. Taulukosta havaitaan, että yleisimpiä emulgointiaineita ovat rasvahappojen mono- ja diglyseridit. Ne tuotteet (esimerkiksi 3 Kaverin Jäätelön vaniljamaitojäätelö), joissa emulgointiaineita ei ole, sisältävät usein kananmunankeltuaista. Stabilointiaineista eniten käytettyjä ovat johanneksenleipäpuujauhe, guarkumi ja karrageeni.

Taulukko 5. Suomessa valmistettavia vaniljajäätelöitä ja niiden sisältämiä emulgointi- ja stabilointiaineita.

Tuote	Valmistaja	Emulgointi- ja stabilointiaineet
Vaniljamaitojäätelö (rasvaa 6 %)	3 Kaverin Jäätelö	Johanneksenleipäpuujauhe
Vaniljakermajäätelö (rasvaa 11 %)	Pingviini	Rasvahappojen mono- ja diglyseridit, natriumalginaatti, guarkumi
Vaniljakermajäätelö (rasvaa 12 %)	Ingman	Rasvahappojen mono- ja diglyseridit, johanneksenleipäpuujauhe, guarkumi, karrageeni
Pappagallo vaniljamaitojäätelö (rasvaa 7 %)	Jäätelömestarit	Rasvahappojen mono- ja diglyseridit, johanneksenleipäpuujauhe, natriumalginaatti, guarkumi, karrageeni
Aino vaniljakermajäätelöä ja valkosuklaapaloja (rasvaa 12 %)	Pingviini	Rasvahappojen mono- ja diglyseridit, soijalesitiini, polyglyserolipolyrisiini-oleaatti, johanneksenleipäpuujauhe, guarkumi, käsitelty Eucheuma-levä

Mitä enemmän jäätelö sisältää rasvaa, sitä vähemmän stabilointiaineita tarvitaan, koska myös rasva stabiloi jäätelön rakennetta [5, s. 157; 1, s. 79]. Tämän pitää paikkaansa ainakin Pappagallon vaniljamaitojäätelön kohdalla, koska se sisältää lukumäärällisesti toiseksi eniten stabilointiaineita taulukon 5 jäätelöistä. Poikkeuksen tekevät kuitenkin Pingviinin Aino- ja Ingmanin vaniljakermajäätelöt, koska ne sisältävät Pappagallon maitojäätelön jälkeen eniten stabilointiaineita, vaikka niissä on kaikista jäätelöistä korkeimmat rasvapitoisuudet.

4.5 Emulgointi- ja stabilointiaineseokset

Teolliseen käyttöön tarkoitetut kaupalliset stabilointi- ja emulgointiaineet myydään useimmiten valmiina seoksina. Seosten koostumus ja käytettävä annostelu vaihtelevat jäätelömassan muiden aineosien ja tavoiteltavien ominaisuuksien myötä. Yleisimmin tavallisille jäätelöille tarkoitetut seokset sisältävät karrageenia, johanneksenleipäpuujauhetta, karboksimeetyyliselluloosaa, mono- ja diglyseridejä, guarkumia tai polysorbaatti 80:a. [1, s. 79; 5, s. 159.]

Esimerkkiseos 1

- Mono- ja diglyseridit
- Selluloosageeli
- Karboksimeetyliselluloosa
- Johanneksenleipäpuujauhe

Esimerkkiseos 2

- Selluloosageeli
- Heraproteiinikonsentraatti
- Mono- ja diglyseridit
- Modifioitu elintarviketärkkelyskarrageeni
- Polysorbaatti 80

Esimerkkiseosten 1 ja 2 käyttömäärä on 0,8–1,0 % vähärasvaisissa tai rasvattomissa tuotteissa [1, s. 79].

Esimerkkiseos 3

- Rasvahappojen mono- ja diglyseridit
- Guarkumi
- Johanneksenleipäpuujauhe

Esimerkkiseos 3 on sekä kasviperäisiä emulgointi- että stabilointiaineita sisältävä seos, joka soveltuu käytettäväksi etenkin jäätelöissä ja maitojäissä, jotka sisältävät 4–16 % maito- tai kasvirasvaa. Kyseessä on neutraalin makuinen jauhemainen seos. Seoksen annostelu on noin 0,4–0,6 %. [28.]

Kokeellinen osa

5 Työn tarkoitus

Mahdollisimman vähän lisäaineita sisältävien tuotteiden kysyntä kasvaa jatkuvasti [4.], joten tässä insinöörityössä selvitettiin, voidaanko asiakasyrityksen kaupallisessa jäätelössä olevien lisäaineiden määrää vähentää käyttämällä uusia emulgointi- ja stabilointiaineseoksia ilman, että jäätelön maku-, rakenne- ja sulamisominaisuudet muuttuvat. Kehitellyissä jäätelöissä käytettiin lisäaineina ainoastaan stabilointi- ja emulgointiaineita. Asiakasyritykselle uusia emulgointi- ja stabilointiaineita testattiin heillä jo olemassa olevaan maitojäätelöohjeeseen, joka tällä hetkellä sisältää yli kolmea jäätelön rakenteeseen vaikuttavaa lisäainetta. Jäätelöohjeen kehittämisessä pyrittiin välttämään allergisoivia komponentteja (esimerkiksi kananmunaa ja lesitiiniä) ja karrageeniä.

6 Materiaalit ja menetelmät

6.1 Jäätelöiden raaka-aineet ja valmistusohje

Kokeessa käytettiin yhteensä kolmea erilaista emulgointi- ja stabilointiaineseosta, joihin viitataan jatkossa numeroin 1–3. Taulukossa 6 ovat seosten sisältämät emulgointi- ja stabilointiaineet ja niiden annostusohjeet. Seokset 1–3 ovat eri lisäainetoimittajilta (Caldic Finland Oy, Lihel Oy) saatuja valmiita seoksia, joita käytettiin koejäätelöiden valmistukseen. Seosten sisällöt on koodattu kirjaimin A–E luottamuksellisista syistä. Seokset erosivat koostumukseltaan siten, että seokset 1 ja 2 sisältävät yhtä emulgointi- ja yhtä stabilointiainetta ja seos 3 yhtä emulgointi- ja kahta stabilointiainetta. Seos 4 on asiakasyrityksen tällä hetkellä käyttämä seos, joka sisältää yli kolmea emulgointi- ja stabilointiainetta. Koejäätelö 3 ja vertailujäätelö sisälsivät useita samoja emulgointi- ja stabilointiaineita. Asiakasyrityksen seoksen sisältöä, jäätelöohjetta ja valmistusmenetelmää ei luottamuksellisista syistä tässä työssä kerrota.

Taulukko 6. Kokeessa käytettyjen emulgointi- ja stabilointiaineseosten sisältämät komponentit koodattuina ja annostusohjeet.

Seos	Emulgointi- ja stabilointiaineet	Annostusohje (m-%)
1	A	0,5
	B	
2	A	0,5
	C	
3	C	0,5
	D	
	E	

Asiakasyrityksen jäätelöt valmistetaan tuotantomittakaavassa 100 kg erissä.

6.2 Jäätelöiden valmistusmenetelmä

Kaikki työn jäätelöt valmistettiin satunnaistetussa järjestyksessä samalla menetelmällä, saman päivän aikana ja samoissa olosuhteissa (pastörointi 80–85 °C:ssa, jäähdytys alle 5 °C:seen ja jäädytys alle –18 °C:seen) siten, että vain käytettävä emulgointi- ja stabilointiaineseos vaihteli. Jäätelöiden valmistus aloitettiin pienenmittakaavan esikokeilla, joiden tulosten perusteella arvioitiin emulgointi- ja stabilointiaineseosten sopivaa annostusta. Jäätelöt maustettiin miedosti vaniljajauheella, jotta jäätelöiden mahdolliset maku-, haju-, ja ulkonäköerot erottuivat mahdollisimman hyvin aistinvaraisessa arvioinnissa.

Esikokeissa jokaista jäätelöä valmistettiin pienellä jäätelökoneella (Philips HR2304, Itävalta, kuva 11) yksi 1 kg erä noudattaen emulgointi- ja stabilointiaineseosten valmistajien annostusohjeita (taulukko 6).



Kuva 11. Esikokeissa käytetty jäätelökone Philips HR2304.

Esikokeissa jäätelöt valmistettiin asiakasyrityksen jäätelöohjetta mukaillen. Jäätelöiden rakennetta arvioitiin neljästä asiakasyrityksen edustajasta koostuvassa asiantuntijaradissa, minkä jälkeen päätettiin varsinaisissa kokeissa käytettävistä annostuksista.

Esikokeissa todettiin, että koejäätelöt olivat tahmeita, liisterimäisiä ja jäätyessään ne muuttuivat todella koviksi (kuva 12). Varsinaisten jäätelöiden valmistuksessa emulgointi- ja stabilointiaineiden annostuksena käytettiin kaikille seoksille 0,4 massaprosenttia koko jäätelömassasta.



Kuva 12. Esikokeissa pienellä jäätelökoneella valmistettu koejäätelö 1. Esikokeessa valmistettu jäätelö oli tahmeaa ja tarttuvaa.

Varsinaisessa kokeessa jokaista jäätelöä valmistettiin asiakasyrityksen jäätelöohjetta mukaillen yksi 25 kg tuotantomittakaavan erä, joka pakattiin asiakasyrityksen tuotannossa käyttämiin viiden litran muovisiin pakkauksiin. Taulukossa 7 ovat jäätelöiden valmistusjärjestys ja valmistuksen pastörointi- ja jäähdytyslämpötilat. Valmistuksessa, pakkaamisessa ja varastoinnissa käytettiin asiakasyrityksen välineitä ja laitteita.

Taulukko 7. Jäätelöiden valmistusprosessin pastörointi- ja jäähdytyslämpötilat.

Tuotteen nimi / määrä eränumero	Pastörointi				Jäähdytys	
	Pvm	Kone	Klo	Lämpö	Klo	Lämpö
Koejäätelö 1 015733	17.4.2014	II	8:00	84,1	8:30	4,3
Vertailujäätelö 015734	17.4.2014	II	9:10	83,7	9:45	4,6
Koejäätelö 3 015735	17.4.2014	II	10:15	83,6	10:45	4,4
Koejäätelö 2 015736	17.4.2014	II	11:15	82,6	11:50	4,5

6.3 Pari-kolmitesti

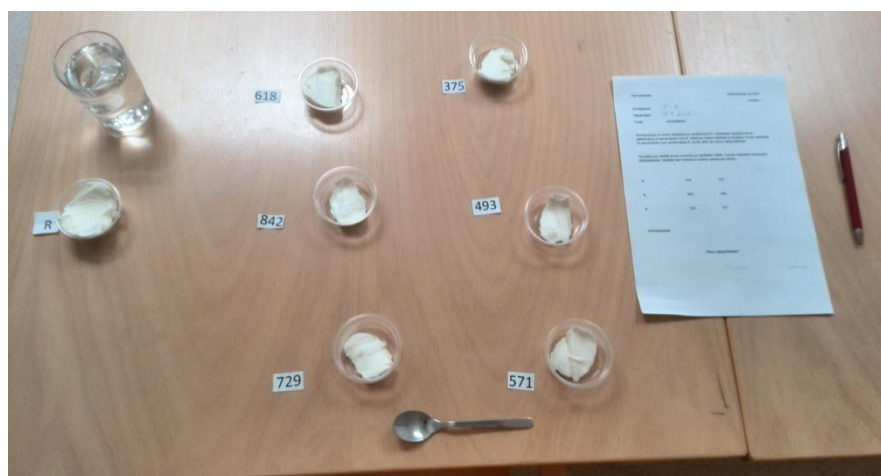
Valmistettujen jäätelöiden aistinvaraisia ominaisuuksia arvioitiin erotustesteihin kuuluvalla pari-kolmitestillä. Erotustestien avulla mitataan eroavatko tutkittavat näytteet kokonaisuutena toisistaan tai onko niiden välillä eroa jossain tietyssä ominaisuudessa [29, s. 77]. Pari-kolmitesti valittiin arviointimenetelmäksi tässä työssä, koska tarkoituksena oli tutkia uusien emulgointi- ja stabilointiaineiden käytön vaikutuksia jo olemassa olevan jäätelön makuun, rakenteeseen ja sulamisominaisuuksiin.

Pari-kolmitestissä arvioitavana on aina yhteensä kolme näytettä: ensin tutustutaan vertailunäytteeseen R, jonka jälkeen esitetään kaksi näytettä, joista toinen on sama kuin vertailunäyte. Arvioija etsii vertailunäytettä vastaavan vaihtoehdon. Testissä olennaista on satunnaistaa esitysjärjestys sekä parien sisäisesti että parien välisesti koodiavainkartan avulla. Näytepareja voidaan arvioida kerrallaan enintään neljä tai viisi, ja tässä työssä niitä oli yhteensä kolme. [29, s. 80–81.]

Aistinvaraiset arvioinnit suoritettiin asiakasyrityksen tiloissa, ja kaikki arvioijat olivat yrityksen edustajia, joille kyseinen jäätelötyyppi oli tuttu entuudestaan. Raati koostui yhteensä 10 henkilöstä, joista neljä oli miehiä ja kuusi naisia. Yrityksessä ei ole aistinvaraiseen arviointiin tarkoitettuja arviointitiloja, joten arvioinnit suoritettiin neuvotteluhuoneessa, jossa arvioijilla oli riittävästi tilaa ja työskentelyrauha. Neuvotteluhuoneessa ei ollut lainkaan ikkunoita, jotka olisivat vaikeuttaneet arviointitilanteen valaistuksen vakiointia. Arvioijat työskentelivät itsenäisesti.

Vertailunäytettä eli asiakasyrityksen jäätelöä merkittiin arviointitilanteessa R-kirjaimella ja muut näytteet koodattiin kolminumeroisilla satunnaisluvuilla. Arviointia varten tehtiin arviointilomake (Liite 1), johon arvioijat antoivat vastauksensa. Näytteiden samanarvoisen kohtelu taattiin satunnaistamalla esitysjärjestys, jolloin kukin arvioija sai näytteet aina etukäteen määrätyssä järjestyksessä. Satunnaistamisessa hyödynnettiin koodiavainkarttaa. [29, s. 77.]

Jäätelönäytteet temperoitiin alkuperäisissä pakkauksissaan $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa yhden vuorokauden ajan, jotta arvioitaessa jäätelöiden lämpötila oli noin $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ [30]. Arviointitilanteessa näytteet oli asetettu läpinäkyviin muovisiin kertakäyttöpikareihin, joiden viereen oli merkitty vertailunäytteen tunnus R tai näytteen kolminumeroinen koodi. Arvioijille oli lisäksi tarjolla huoneenlämpöistä vettä suun huuhtelemiseen näytteiden välillä, arviointilomake ja kuulakärkikynä. Kuvassa 13 on esitetty arviointitilanne kaikkine välineineen.



Kuva 13. Pari-kolmitestin arviointitilanne, jossa oli esillä kolme näyteparia, vertailunäyte, arviointilomake ja kynä sekä vettä suun huuhtelua varten.

6.4 Sulamiskoe

Työssä valmistettujen jäätelöiden sulamisominaisuuksia arvioitiin Eviralta saadun työohjeen 6033/2 *Jäätelön aistinvarainen arviointi* (Liite 2) mukaan. Työohje pohjautuu ISO 22935–1–3 IDF 99–3:2009-standardiin. Jokaista jäätelöä varattiin erilliset pakkaukset sulamisominaisuuksien arviointia varten, ja niitä säilytettiin –18 °C:ssa ennen sulamiskoetta. Jokaisesta jäätelöstä leikattiin yksi noin 4 cm x 4 cm x 4 cm kokoinen pala, ja palojen annettiin sulaa huoneenlämmössä (23 °C) 30 minuutin ajan. [30.] Jäätelöistä ja sulamisjäännöksistä otettiin valokuvat, joten jäätelöpalat asetettiin sulamaan mustalle tarjottimelle, jotta valkoinen jäätelö erottuu kuvissa mahdollisimman hyvin. Hyvä sulamisjäännös on kermainen ja kiiltävä, eikä siinä ole havaittavissa hiutaleita, ilmakuplia tai heroittumista. Myöskään jäätelöpalan rakenne ei ole kokonaan hajonnut tai sulanut, ja sulamisjäännös muistuttaa alkuperäistä massaa. [15, s. 73.]

Taulukossa 8 ovat ISO 22935 IDF 99 -standardiin pohjautuvat Eviran työohjeen LAB 6033/2 laatupisteet, joita hyödynnettiin sulamisjäännösten arvioinnissa. Arvioijaraati koostui neljästä asiakasyrityksen edustajasta, jotka työskentelevät kyseisen jäätelötyypin parissa. Arvioijat koulutettiin ennen arviointia tutustumalla yhdessä Eviran työohjeeseen LAB 6033/2, jäätelöiden kansainväliseen virhenimistöön ja sulamisominaisuuskuvastoon (Liite 2). Jos arvioitavana oleva näyte sai arvioinnissa 3 pistettä tai vähemmän, arvioijan oli kuvattava virhe jäätelön virhenimistön mukaisilla termeillä (Liite 2). Mikäli virheitä oli useita, lueteltiin ne merkittävyysjärjestyksessä. [30.]

Taulukko 8. Jäätelöiden sulamisominaisuuksien arvioinnissa käytetyt laatupisteet [30].

Pisteet	Sanallinen kuvaus
5	Ei poikkeamaa laatutavoitteesta (erittäin hyvä)
4	Erittäin lievä poikkeama laatutavoitteesta (hyvä)
3	Lievä poikkeama laatutavoitteesta (tydyttävä)
2	Selvä poikkeama laatutavoitteesta (huono)
1	Erittäin selvä poikkeama laatutavoitteesta (erittäin huono)

6.5 Tulosten tilastollinen käsittely

Pari-kolmitestin tuloksista tutkittiin kuinka moni arvioija tunnisti poikkeavan näytteen. Arvausmahdollisuus testissä oli 50 %. Näytteiden välisen eron selvittämisessä hyödynnettiin pari-kolmitestin tilastotaulukkoa (Liite 3), joka sisältää vakiintuneet merkitsevyystasot 0,05; 0,01 ja 0,001. Jos poikkeavan näytteen löytäneiden arvioijien määrä oli kolmasosa tai enemmän kaikkien arvioiden lukumäärästä, mutta kuitenkin vähemmän kuin taulukon lukumäärät, tulos voitiin todeta sattumaksi. Tällöin oletettiin, että näytteiden välillä ei ollut merkitsevää eroa. [29, s. 76–81.]

Sulamisominaisuuksista laskettiin jäätelöiden laatupisteiden keskiarvot, joita vertailtiin keskenään.

7 Tulokset

Kolmella eri emulgointi- ja stabilointiaineseoksella valmistetun koejäätelöerän mahdollista eroavaisuutta vertailunäytteeseen (asiakasyrityksen tuotannossa olevaan kaupalliseen jäätelöön) tarkasteltiin pari-kolmitestillä ja jäätelöiden sulamisominaisuuksia arvioitiin sulamiskokeella.

Jäätelöt valmistettiin peräkkäin taulukon 7 mukaisessa järjestyksessä. Valmistusvaiheessa kaikki jäätelöt käyttäytyivät muuten samalla tavalla, paitsi koejäätelöiden 1 ja 2 pastöroinnin yhteydessä tuotantotiloihin levisi voimakas, tuntematon haju.

Taulukossa 9 ovat pari-kolmitestin tulokset eli poikkeavan näytteen löytäneiden arvioijien lukumäärät koejäätelöille 1–3 ja niiden merkitsevyystasot. Poikkeavan näytteen löytäneiden määrän oli oltava vähintään 9, jotta näytteiden välillä voitiin todeta olevan melkein merkitsevää (merkitsevyystaso 0,05) tai merkitsevää (merkitsevyystaso 0,01) eroa, koska arvioijia pari-kolmitestissä oli yhteensä 10. Koejäätelöt 1 ja 2 erosivat tilastollisesti merkitsevästi vertailujäätelöstä merkitsevyystasolla 0,01; koska poikkeavan näytteen löytäneiden arvioijien lukumäärä (10) löytyi tilastotaulukon merkitsevyystason 0,01 sarakkeesta. Koejäätelö 3 ei eronnut merkitsevästi vertailujäätelöstä. Koska koejäätelön 3 osalta poikkeavan näytteen löytäneiden lukumäärä (6) oli yli kolmasosa arvioijista, mutta vähemmän kuin 9, tulos oli sattumaa, eikä näytteiden välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Taulukko 9. Pari-kolmitestissä poikkeavan jäätelönäytteen löytäneiden arvioijien lukumäärät ja näytteiden merkitsevyystasot

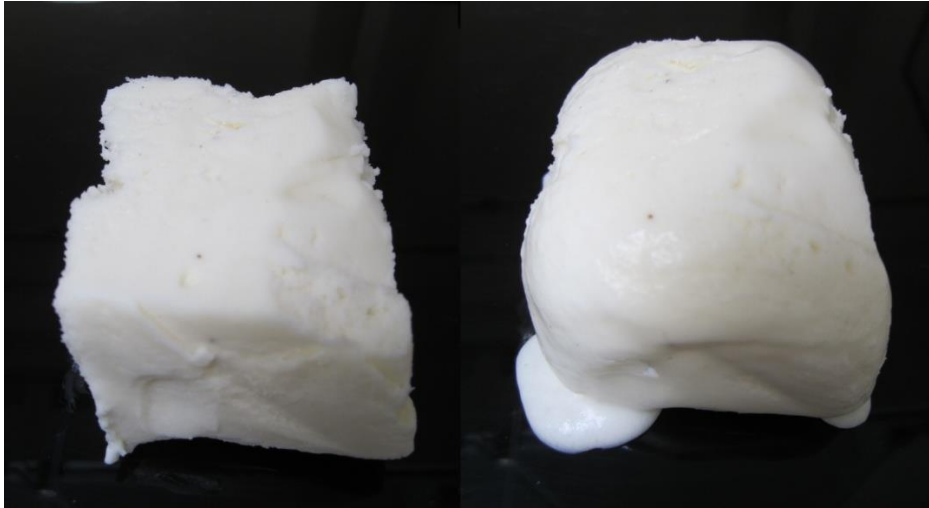
Jäätelö	Poikkeavan näytteen löytäneet arvioijat	Merkitsevyystaso
Koejäätelö 1	10	0,01
Koejäätelö 2	10	0,01
Koejäätelö 3	6	-

Kolme arvioijaa oli maininnut arviointilomakkeen huomioita-osiossa, että koejäätelöissä 1 ja 2 oli havaittavissa sienimäinen sivumaku. Jo jäätelöiden pastörintivaiheessa tuotantotiloissa oli sientä muistuttava haju, joka on todennäköisesti jonkin emulgointi- tai stabilointiaineen aiheuttama, koska muita muuttuvia tekijöitä kokeessa ei ollut.

Sulamiskoetta varten jäätelöt kuvattiin sekä heti leikkaamisen että 30 minuutin huoneenlämmössä olon jälkeen. Kuvissa 12 a–d vasemmalla ovat kuvat jäätelöistä heti kokeen alussa ja oikealla sulamisjäännökset 30 minuutin kuluttua.



a. Koejäätelö 1.



b. Koejäätelö 2.



c. Koejäätelö 3.

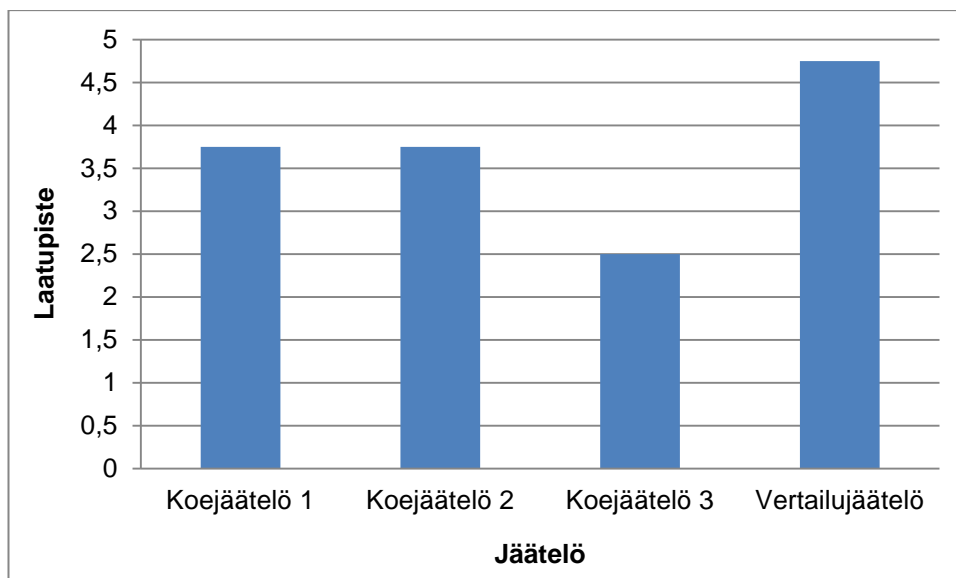


d. Vertailujäätelö.

Kuvat 12 a–d. Jäätelöiden 1–3 ja vertailujäätelön sulamisvalokuvat. Kuvassa vasemmalla jäätelö heti leikkaamisen jälkeen (jäätelön sisälämpötila -18 °C) ja oikealla tilanne 30 minuutin kuluttua leikkaamisesta jäätelön oltua huoneenlämmössä (23 °C).

Sulaminen oli kaikilla jäätelöillä melko tasaista ja sulamisvirheitä (esimerkiksi ilmakuplia ja hiutaleita) oli vähän. Sulamisjäännökset eivät olleet vaahtomaisia ja ainoastaan koejäätelöissä 1 ja 2 erottui selkeää heroittumista. Kuvasta 12 c nähdään, että koejäätelö 3 on sulanut enemmän kuin testin muut jäätelöt.

Koejäätelöiden 1–3 ja vertailujäätelön sulamisjäännöksiä arvioitiin ja ne pisteytettiin Eviran sulamisominaisuuskuvaston (LAB 6033/2, liite 2) mukaisesti. Kaikki jäätelöt muistuttivat alkuperäistä massaa ja sulamiskokeen alussa oleva rakenne oli edelleen tunnistettavissa 30 minuutin jälkeen kaikilla muilla, paitsi koejäätelöllä 3. Kuvassa 14 ovat jäätelöille asiantuntijaraadissa annettujen laatusisteiden keskiarvot.



Kuva 14. Koejäätelöiden 1–3 ja vertailujäätelön laatupisteiden keskiarvot asteikolla 1–5.

Koejäätelö 1 (kuva 12 a.) ja koejäätelö 2 (kuva 12 b.) saivat kumpikin keskiarvoksi 3,75 pistettä sulamisominaisuuskuvaston perusteella. Niissä oli havaittavissa hyvin lievä poikkeama laatutavoitteesta, koska sulamisjäännös oli heroittuva. Heroittuminen tarkoittaa sitä, että rasva ja vesiosa erottuvat toisistaan.

Koejäätelö 3 (kuva 12 c.) sai keskiarvoksi 2,5 pistettä eli siinä oli selvä poikkeama laatutavoitteesta. Se oli kaikista jäätelöistä eniten ja liian nopeasti sulanut. Sulamisjäännös oli kuitenkin tasainen, eikä siinä ollut erotettavissa heraa tai ilmakuplia.

Vertailujäätelö (kuva 12 d.) sai keskiarvoksi 4,75 pistettä eli siinä ei ollut havaittavissa poikkeamaa laatutavoitteesta. Se oli säilyttänyt muotonsa ja rakenteensa, eikä sen sulamisjäännöksessä ollut erotettavissa heraa tai ilmakuplia.

8 Tulosten tarkastelu

Kokeessa valmistetuissa jäätelöissä ainut muuttuva tekijä oli käytetty emulgointi- ja stabilointiaineseos. Kaikkia seoksia käytettiin jäätelöiden valmistuksessa yhtä paljon (0,4 %), mutta seokset sisälsivät emulgointi- ja stabilointiaineita eri suhteissa. Koejäätelöiden 1 ja 2 seoksissa niiden osuudet olivat yhtä suuret (puolet ja puolet), mutta koejäätelön 3 seos sisälsi emulgointiainetta vain kolmasosan ja stabilointiaineita kaksi kolmasosaa kokonaismäärästä (taulukko 6). Vertailujäätelössä emulgointiaineiden

osuus oli kaikista pienin ja stabilointiaineiden kaikista suurin, koska se sisälsi lukumäärällisesti eniten emulgointi- ja stabilointiaineita.

Emulgointi- ja stabilointiaineseoksen vaihdoksen vaikutuksia jäätelön aistinvaraisiin ominaisuuksiin arvioitiin pari-kolmitestillä. Koejäätelöt 1 ja 2 erosivat pari-kolmitestin perusteella tilastollisesti merkitsevästi vertailujäätelöstä ($p < 0,01$), mikä johtunee siitä, että koejäätelöt sisälsivät eri emulgointi- ja stabilointiaineita kuin vertailujäätelö (taulukko 6). Myös emulgointi- ja stabilointiaineiden suhteelliset määrät olivat erilaiset koejäätelöissä 1, 2 ja vertailujäätelöissä. Koejäätelöissä 1 ja 2 havaittu sienimäinen sivumaku aiheutui todennäköisesti emulgointiaineesta A, koska vain nämä kaksi jäätelöä sisälsivät kyseistä ainetta. Emulgointi- ja stabilointiaineet voivat aiheuttaa ei-toivottuja vaikutuksia jäätelöön suurina määrinä käytettynä ja tällaisia ovat esimerkiksi sivumaut [1, s. 79].

Sulamiskokeen tulosten perusteella vertailujäätelöllä oli kokeessa valmistetuista jäätelöistä parhaat sulamisominaisuudet eli se säilytti rakenteensa parhaiten sulaessa. Sen sulamisjäännös ei ollut heroittunut eikä siinä ollut ilmakuplia. Koejäätelöt 1 ja 2 säilyttivät rakenteensa hyvin, mutta sulamisjäännös oli heroittunut. Heroittuminen voi tarkoittaa liian korkeaa stabilointiaineen käyttömäärää jäätelössä [3, s. 145]. Koejäätelöiden 1 ja 2 seokset sisälsivät kaikista seoksista eniten yksittäistä stabilointiainetta (osuus seoksessa 0,5), mikä on voinut aiheuttaa heroittumisen. Vertailujäätelö sisälsi määrällisesti eniten stabilointiaineita, mutta siinä yksittäisen stabilointiaineen määrä oli pienin kaikista seoksista (taulukko 6).

Koejäätelöllä 3 ja vertailujäätelöllä ei todettu tilastollisesti merkitsevää eroa pari-kolmitestissä ($p > 0,05$), mutta sulamiskokeessa koejäätelö 3 sai kaikista huonoimmat laatuasteet (2,5) liian nopean sulamisen takia. Emulgointiaineet voivat hidastaa sulamista suurissa käyttömäärissä [1, s. 79]. Koejäätelö 3 sisälsi suhteessa vähiten emulgointiainetta (0,33), mikä on voinut aiheuttaa jäätelön liian nopean sulamisen. Koejäätelö 3 ja vertailujäätelö sisälsivät useita samoja emulgointi- ja stabilointiaineita, joten jäätelöitä oli todennäköisesti sen takia vaikea erottaa toisistaan. Koejäätelö 3 (laatuasteet 2,5) ei sulamisominaisuuksiltaan yltänyt vertailujäätelön tasolle (laatuasteet 4,75). Se voi johtua siitä, että se sisälsi emulgointi- ja stabilointiaineita erilaisessa suhteessa kuin vertailujäätelö: koejäätelössä 3 oli käytetty kolmea ja vertailujäätelössä yli kolmea eri lisäainetta sisältävää seosta. Tällöin koejäätelössä 3 yhden yksittäisen lisäaineen osuus oli kolmasosa ja vertailujäätelössä pienempi kuin kolmasosa. Emulgointi- ja sta-

bilointiaineet toimivat eri tavoin eri annostuksina ja yhdessä muiden emulgointi- ja stabilointiaineiden kanssa, joten niiden käyttäytymistä on vaikea ennustaa. [18, s. 24.]

Pari-kolmitestin tulosten perusteella voidaan todeta, että koejäätelöissä 1 ja 2 jäätelön maku oli muuttunut vaihdettujen emulgointi- ja stabilointiaineiden myötä. Koejäätelössä 3 ja vertailujäätelössä maku oli edelleen samanlainen, koska niitä oli vaikea erottaa toisistaan pari-kolmitestissä.

Bolligerin (2000) tutkimuksessa havaittiin, että emulgointiaineiden määrällä on merkittävä vaikutus jäätelön kykyyn säilyttää rakenteensa sulassa. Mitä enemmän jäätelö sisältää emulgointiaineita (annostuksen kasvaessa nolasta 0,5 %:iin), sitä paremmat sulamisominaisuudet sillä on. [23, s. 307.] Tämä todettiin myös tässä tutkimuksessa, koska koejäätelöt 1 ja 2 säilyttivät rakenteensa parhaiten sulamiskokeessa, ja ne sisälsivät eniten emulgointiaineita.

Jäätelöiden näyte-eriä oli kokeessa vähän johtuen rajallisesta mahdollisuudesta valmistaa koejäätelöitä, mikä saattoi vaikuttaa tuloksiin. Virheettömiä mittaustuloksia ei ole, ja mittaustoistojen keskiarvo on aina tarkempi ja luotettavampi tulos kuin yksittäinen mittaustulos [32]. Rinnakkaisten näytteiden ja useampien näyte-erien perusteella olisi saattanut saada vielä luotettavampia tuloksia. Näiden tulosten perusteella voidaan kuitenkin tehdä alustavia päätelmiä, mutta lisätutkimuksia tarvitaan lopullisten päätösten tekemiseen.

Työssä käytetty jäätelöohje pohjautui asiakasyrityksen ohjeeseen, jolla valmistetaan 100 kg jäätelöeriä. Kokeessa valmistetut jäätelöerät olivat huomattavasti pienempiä (1 kg ja 25 kg) kuin ohjeen alkuperäinen määrä, mutta jäätelöohjeen raaka-aineita käytettiin tässä työssä samassa suhteessa kuin alkuperäisessä ohjeessa. Raaka-aineet ja lisäaineet eivät välttämättä käyttäydy samalla tavalla pienen mittakaavan tuotantoerissä mikä on voinut aiheuttaa eroja lopputuotteisiin.

Jäätelön sulamisominaisuuksien kattava tutkiminen edellyttää sekä sulaneen jäätelön tilavuuden että sulamisjäännöksen muodon ja rakenteen arviointia, joten sulamiskokeen lisäksi olisi hyvä tutkia myös jäätelön sulamisnopeutta, jotta tuloksia voitaisiin pitää luotettavina [23, s. 306–307].

9 Yhteenveto

Pari-kolmitestissä koejäätelöt 1 ja 2 erottuivat tilastollisesti merkitsevästi (p -arvo $< 0,01$) vertailujäätelöstä, joten ne eivät sovellu nykyisen emulgointi- ja stabilointiaineseoksen korvaajiksi. Koejäätelö 3 ja vertailujäätelö eivät erottuneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (p -arvo $> 0,05$), joten koejäätelön 3 emulgointi- ja stabilointiaineseosta voitaisiin käyttää vertailujäätelön (asiakasyrityksen kaupallinen jäätelö) seoksen tilalla. Sulamiskokeiden tulosten perusteella vertailujäätelöllä oli parhaat sulamisominaisuudet (laatupisteiden keskiarvo 4,75), joten asiakasyrityksen nykyistä emulgointi- ja stabilointiaineseosta ei kuitenkaan kannata tämän perusteella muuttaa mihinkään tässä työssä testattuun seokseen.

Tutkimuksen tulosten perusteella havaittiin, että jäätelön lisäaineiden määrää voidaan vähentää asiakasyrityksen jäätelössä käyttämällä yhtä kokeilluista emulgointi- ja stabilointiaineseoksista (koejäätelön 3 seos). Koejäätelön 3 seos sisälsi vain kolmea lisäainetta, ja seos soveltui käytettäväksi jäätelössä aistinvaraisen testin perusteella. Tutkimuksessa päädyttiin lopulta siihen, että asiakasyrityksen nykyistä emulgointi- ja stabilointiaineseosta ei voida pelkästään tämän tutkimuksen tulosten perusteella vaihtaa, vaan asian suhteen on tehtävä vielä jatkokokeita. Jatkokokeissa koejäätelön 3 käyttäytymistä on tutkittava suuremmalla lisäaineen annostuksella, koska nykyisellä annostuksella jäätelö sulii liian nopeasti. Jatkokokeissa voitaisiin testata myös muita emulgointi- ja stabilointiaineita sisältäviä seoksia. Tässä tutkimuksessa emulgointiaineen A arveltiin aiheuttavan sivumakua jäätelöön (koejäätelöt 1 ja 2), mutta sen kanssa voitaisiin tehdä lisäselvityksiä sen soveltuvuudesta jäätelöihin (esimerkiksi maustettuihin jäätelöihin).

Lähteet

- 1 Marshall, Robert T., Arbuckle, W.S. 2000. Ice Cream. 5th edition. Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc.
- 2 Teinilä Johanna. 1994. Jäätelön koostumus, lisäaineet ja rasvahapot vuonna 1993. Teoksessa: Elintarvikevirasto tutkimuksia 3/1994. Helsinki.
- 3 Clarke, C. 2004. The Science of Ice Cream. Cornwall: The Royal Society of Chemistry.
- 4 Ruuan luonnollisuus kiinnostaa valtaosaa kuluttajista. 2010. Verkkodokumentti. Ruokatieto Yhdistys ry. <<http://www.ruokatieto.fi/uutiset/ruuan-luonnollisuus-kiinnostaa-valtaosaa-kuluttajista>>. Luettu 10.2.2014.
- 5 Aho, J., Hildén, T. 2007. Maidon matkassa. Helsinki: Edita Prima Oy.
- 6 Ravitsemuskatsaus 2/2013.
<http://www.maitojaterveys.fi/www/fi/liitetiedostot/ravitsemuskatsaus/nro_2_2013.pdf>. Luettu 14.1.2014.
- 7 Maitotuotteet ja ravintorasvat. Tietohaarukka, Ruokatieto Yhdistys ry.
<http://www.ruokatieto.fi/sites/default/files/Ruokafakta/Tietohaarukan%20taulukot/64._maitotuotteet_ja_ravintorasvat.jpg>. Luettu 24.3.2014.
- 8 Suomalaisten jäätelömaku: kovaa, kermaista, mietoa ja marjaista. 2007. Verkkodokumentti. Ruokatieto Yhdistys ry. <<http://www.ruokatieto.fi/uutiset/suomalaisten-jaatelomaku-kovaa-kermaista-mietoa-ja-marjaista>>. Luettu 28.1.2014.
- 9 Goff, H. Douglas. 2008. 65 Years of ice cream science. International Dairy Journal. Vol. 18, s. 754–758.
- 10 Väisänen, Soili. 2013. Suomalainen haluaa maitojäätelöä, mutta ei kevytjäätelöä. Savon Sanomat. 3.6.2013. <<http://www.savonsanomat.fi/uutiset/kotimaa/suomalainen-haluaa-maitojaatelo-mutta-ei-kevytjaatelo/1335777>>. Luettu 3.3.2014.
- 11 Premium-jäätelöt lisäävät suosiotaan suomalaisten keskuudessa. 2007. Verkkodokumentti. Ruokatieto Yhdistys ry. <<http://www.ruokatieto.fi/uutiset/premium-jaatelot-lisaavat-suosiotaan-suomalaisten-keskuudessa>>. Luettu 3.3.2014.
- 12 Nilsson, Mats-Eric. 2010. Aitoa ruokaa. Helsinki: Atar Kustannus.
- 13 Nilsson, Mats-Eric. 2008. Petos lautasella. Juva: Bookwell Oy.
- 14 Heinonen, Marina. 2014. Ruuan lisäaineet ja terveellisyys. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. Numero 7, s. 683–688.
- 15 Saarela, A-M., Hyvönen, P., Määttä, S., von Wright, A. 2010. Elintarvikeprosessit. Kuopio: Suomen Graafiset Palvelut Oy Ltd.

- 16 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös jäätelöstä 4/1999.
- 17 Jäätelö. 2013. Verkkodokumentti. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira.
<<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/valmistus+ja+myynti/tuotekohtaisia+vaatimuksia/jaatelo>>. Luettu 21.3.2014.
- 18 Udabage, P., Augustin, M. A. 2003. Dairy ingredients in ice cream. *Australian Journal of Dairy Technology*. Vol. 58, s. 21–25.
- 19 Goff, H. Douglas. 1997. Colloidal Aspects of Ice Cream – A Review. *International Dairy Journal*. Vol. 7, s. 363–373.
- 20 Lisäaineopas. 2009. Eviran julkaisuja 4/2009. Helsinki: Multiprint Oy.
- 21 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus elintarvikelisäaineista (EY) N:o 1333/2008. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:354:0016:0033:FI:PDF>>. Luettu 3.3.2014.
- 22 Ammattikasvatushallitus. 1990. Maidosta meijerituotteiksi: Jäätelötietoutta. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- 23 Bolliger, S., Goff, H.D., Tharp, B.W. Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. *International Dairy Journal*. Vol. 10, s. 303–309.
- 24 Mono and diglycerides. 2013. Verkkodokumentti. Bakerpedia.
<http://bakerpedia.com/mono_and_diglycerides/>. Luettu 23.3.2014.
- 25 Polysorbate 80. 2014. Verkkodokumentti. Wikipedia.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Polysorbate_80>. Luettu 23.3.2014.
- 26 Prajapati, V. D., Maheriya, P. M., Jani, G. K., Solanki, H. K. 2013. Carrageenan: A natural seaweed polysaccharide and its applications. *Carbohydrate Polymers*. Vol. 105, s. 97–112.
- 27 Bahramparvar, M., Tehrani, M. M. 2011. Application and Functions of Stabilizers in Ice Cream. *Food Reviews International*. Vol. 27, s. 389–407.
- 28 Henriksson, Raul. 2014. Managing director, Caldic Finland Oy. Sähköposti 3.3.2014.
- 29 Tuorila, H., Parkkinen, K., Tolonen, K. 2008. Aistit ammattikäyttöön. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- 30 Lilleberg, L. 2012. Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi. Työohje LAB 6033/2. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Helsinki.
- 31 Warren, M. M., Hartel R. W. 2014. The Science Behind Ice Cream Melting. *Dairy Foods*. Vol. 3, s. 58–60.
- 32 Taavitsainen, Veli-Matti. 2010. Tilastomatematiikan peruskurssi. Luentomoniste. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

Pari-kolmitestin arviointilomake

Pari-kolmitesti

Aistinvarainen arviointi

Lomake 1

Arvioijakoodi:

Päivämäärä:

Tuote:

Vaniljajäätelö

Arvioitavanasasi on kolme näyteparia ja vertailunäyte R. Jokaisessa sarjassa toinen jäätelönäyte on samanlainen kuin R. Haista ja maista näytteitä ja rengasta, kumpi näytteistä on samanlainen kuin vertailunäyte R. Arvaa, ellet ole varma vastauksestasi.

Huuhtelee suu vedellä ennen arviointia ja näytteiden välillä. Tutustu näytteisiin annetussa järjestyksessä, näytteitä saa haistaa ja maistaa useamman kerran.

R

A

B

R

A

B

R


A

B

Huomautuksia:

Kiitos vastauksistasi!

Evira työohje LAB 6033/2: Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

	Vastuuhenkilö	Leena Lilleberg	Sivu/sivut	1 / 10
	Laatija	Leena Lilleberg	Työohje	LAB 6033/2
	Hyväksyjä	Tiina Putkonen	Käyttöönotto	5.3.2012

Aistinvaraisen arvioinnin ohje
Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

1 Johdanto

Ohjeen pohjana on ISO 22935 1-3 | IDF 99 1-3 (Evira 8005 1-3), Maito ja maitovalmisteet – Aistinvarainen arviointi – osa 1. Yleinen ohjeistus raadin rekrytointiin, valintaan, koulutukseen ja seurantaan, osa 2. Suositellavat menetelmät aistinvaraiseen arviointiin – kohta 14 (Suositus jäätelön aistinvaraiseksi menetelmäksi) ja osa 3. Ohje menetelmäksi arvioitaessa tuotekuvauksen edellyttämiä ominaisuuksia pisteyttämällä. Tässä työohjeessa on kuvattu em. menetelmään sisältyvän jäätelön aistinvaraisen laadunarvioinnin toteuttamiseen tarvittava tarkempi ohjeistus arvioijille ja testinjärjestäjille.

Ohje soveltuu erilaisten jäätelöiden (edible ices) aistinvaraiseen laadunarviointiin. Ohjetta voidaan soveltaa myös mehujäiden sekä jäädytettyjen jälkiruokien aistinvaraiseen laadunarviointiin.

Ohje koskee Eviran kemian ja toksikologian tutkimusyksikössä tehtävää em. valmisteiden aistinvaraista laadunarviointia pisteyttämällä.

2 Näytteiden säilytys ja valmistelu

2.1 Näytteenotto

Isoista pakkauksista otetaan aistinvaraiseen laadunarviointiin vähintään 500 g:n näyte (katso ISO 707|IDF 50). Vähittäispakkauksia ja annoksia otetaan riittävä määrä näytteeksi. Näytettä säilytetään pakkauksessa mainitussa lämpötilassa. Jos lämpötilaa ei ole merkitty, suositellaan vähintään -18 °C tai alhaisempaa lämpötilaa.

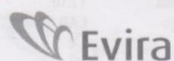
2.2 Näytteiden valmistelu

Ennen arviointia näytteet temperoidaan $-13\pm2\text{ °C}$:ssa 1 vrk. Jäätelön lämpötilan tulisi olla arvioinnin aikana $-13\pm2\text{ °C}$. Pehmeäjäätelöiden lämpötilan tulisi olla vastaavasti arvioitaessa vähintään -7 °C . Pehmeäjäätelö on arvioitava mahdollisimman pian näytteenotosta. Testinjärjestäjän on varmistettava jäätelönäytteiden lämpötilan pysyminen arvioinnin aikana suositelluissa rajoissa.

2.3 Välineet

- pakastin
- lämpömittari
- mustia lautasia

EI PAIVITETTAVA KOPIO



Vastuuhenkilö	Leena Lilleberg	Sivu/sivut	2 / 10
Laatija	Leena Lilleberg	Työohje	LAB 6033/2
Hyväksyjä	Tiina Putkonen	Käyttöönotto	5.3.2012

Aistinvaraisen arvioinnin ohje
Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

- teräksisiä veitsiä
- teräksisiä lusikoita
- ajastin
- 30–40 °C:sta neutraalia, hajutonta ja mautonta vettä suun puhdistamiseen
- juomalaseja
- sylkykuppeja
- lautasia
- tarjottimia
- talouspaperia
- jäteastioita
- kuulakärkikyniä
- arviointiohjeita
- arviointilomakkeita

3 Aistinvaraisen laadunarviointi

3.1 Arviointiryhmä

Kaikilla arvioijilla on oltava valtuutus jäätelön aistinvaraiseen laadunarviointiin ko. menetelmällä. Arviointiryhmässä tulee olla vähintään 3 arvioijaa. Arviointiryhmän puheenjohtajana toimii tehtävään valtuutettu kokenut arvioija.

3.2 Arvioitavat ominaisuudet ja niiden laadun vaatimukset

Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi tehdään ulkonäön, rakenteen, flavorin (haju ja maku) sekä sulamisominaisuuksien suhteen.

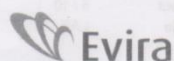
Lisäksi jäätelöistä voidaan arvioida päällyys ja pakkauksen täyttöaste. Jäätelön tulee olla kaikilta ominaisuuksiltaan ko. jäätelötyypille tyypillinen.

3.2.1 Ulkonäkö

- Ulkoiseen ulkonäköön kuuluvat pakkauksen ulkonäkö ja täyttö sekä jäätelön ulkopinnan ulkonäkö.
- Sisäiseen ulkonäköön kuuluu jäätelön leikkauspinnan ulkonäkö.

Jäätelön ulkonäön arviointiin sisältyy värin, maustamiseen käytettyjen aineiden, kuten hillon yms. määrän ja jakautumisen arviointi sekä mahdollisten vieraiden aineiden huomiointi.

Jäätelön ulkonäköpiste muodostetaan ulkoisen ja sisäisen ulkonäön pisteistä siten, että alin annettu piste määrää lopullisen ulkonäköpisteen.



Vastuuhenkilö	Leena Lilleberg	Sivu/sivut	3 / 10
Laatija	Leena Lilleberg	Työohje	LAB 6033/2
Hyväksyjä	Tiina Putkonen	Käyttöönotto	5.3.2012

Aistinvaraisen arvioinnin ohje
Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

3.2.2 Rakenne

Jäätelön rakenteen tulisi olla mahdollisimman sileä ja yhtenäinen, eikä siinä saisi olla suuria havaittavia jääkiteitä eikä karkeita hiekkamaisia laktoosikiteitä tai muuta vastaavaa.

3.2.3 Flavori (haju ja maku)

Flavori sisältää haju- ja makuominaisuudet ja arvioidaan yhdellä pisteellä. Jäätelön flavorin tulee olla kyseiselle jäätelöladulle tyypillinen ja puhdas. Se koostuu jäätelön perusmassan mausta ja lisätyistä aineksista.

3.2.4 Sulamisominaisuudet

Jäätelön sulamisjäännös arvioidaan yleensä 30 minuutin huoneenlämpötilassa ($+22\pm 2$ °C), säilytyksen jälkeen. Kasvirasvajäätelöiden ja pienempien annosjäätelöiden, kuten tuuttien ja puikkojen, sulamisjäännös voidaan arvioida vastaavasti 20 minuutin ja pehmeäjäätelöiden 10 minuutin kuluttua. On tärkeää käyttää aina samaa aikaväliä ja näytekokoa samantyyppisille jäätelöille.

Hyvässä jäätelössä sulamisjäännöksen tulisi muistuttaa alkuperäistä massaa.

Jäätelön sulamisominaisuuksien arvioinnissa voidaan käyttää apuna sulamisominaisuuskuvastoa (Liite 2).

3.3 Pisteasteikko

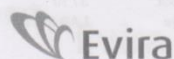
Pistearvioinnissa määritetään jokaisen ominaisuuden poikkeaman suuruutta asetetusta laatutavoitteesta (aistinvarainen tuotekuvaus) seuraavan asteikon mukaisesti:

Pisteet

- | | |
|---|---|
| 5 | ei poikkeamaa laatutavoitteesta (erittäin hyvä) |
| 4 | erittäin lievä poikkeama laatutavoitteesta (hyvä) |
| 3 | lievä poikkeama laatutavoitteesta (tydyttävä) |
| 2 | selvä poikkeama laatutavoitteesta (huono) |
| 1 | erittäin selvä poikkeama laatutavoitteesta (erittäin huono) |

Mikäli pistemäärä ulkonäön, rakenteen, flavorin tai sulamisominaisuuksien arvioinnissa on alle 3, ei näytettä voida pitää vähittäiskauppakelpoisena.

Arvioijat työskentelevät itsenäisesti. Jokainen ominaisuus arvioidaan erikseen.



Vastuuhenkilö	Leena Lilleberg	Sivu/sivut	4 / 10
Laatija	Leena Lilleberg	Työohje	LAB 6033/2
Hyväksyjä	Tiina Putkonen	Käyttöönotto	5.3.2012

Aistinvaraisen arvioinnin ohje
Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

3.4 Virhenimistö

Jäätelössä esiintyvien virheiden kuvaamiseen käytetään apuna jäätelön virhenimistöä (Liite 1). Tarvittaessa voidaan käyttää myös muita soveltuvia termejä. Jos arvioija antaa jollekin ominaisuudelle 3 pistettä tai vähemmän, tulee hänen aina kuvata virhe. Jos virheitä on useampia, ne tulee luetella merkittävyysjärjestyksessä.

3.5 Uudelleenarviointi

Jos arvioijien jollekin ominaisuudelle antamat pisteet poikkeavat 2 pistettä tai enemmän, kyseisen näytteen ko. ominaisuus on arvioitava uudestaan.

Testinjärjestäjä tarkistaa, onko annetuissa pisteissä ≥ 2 pisteen eroja. Mikäli em. eroja on, hän esittää ko. näytteen/näytteet arvioijille uudelleen koodattuna ja ilmoittaa, mikä ominaisuus arvioidaan uudelleen.

Uudelleenarvioinnin tulokset ovat lopullisia ja keskiarvo lasketaan arviointiryhmän antamista pisteistä.

3.6 Aistinvarainen laadunarvioinnin suoritus

Arvioijat työskentelevät itsenäisesti. Näytteet esitetään, mikäli mahdollista siten, että arvioijat eivät tiedä näytteiden alkuperää.

Jäätelöiden aistinvarainen laadunarviointi tehdään aistinvaraisen arvioinnin tiedonhallintaohjelmiston avulla (TasteBoss) tai/ja käyttäen arviointilomaketta ja kuulakärkikynää.

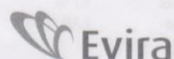
3.6.1 Esitysjärjestys

Jos samalla arviointikerralla on useamman tyyppisiä jäätelöitä, esitetään ne siten, että ensin arvioidaan vähärasvaisemmat ja miedosti maustetut ja viimeiseksi rasvaisemmat ja voimakkaammin maustetut näytteet.

Yksittäisen arvioijan näytteiden esitysjärjestystä ei yleensä satunnaisteta, mutta raati kokonaisuudessaan pisteyttää näytteet satunnaistetussa järjestyksessä.

3.6.2 Alkunäytteet

Yhdenmukaisen arviointiperustan saavuttamiseksi arvioidaan ennen varsinaista arviointia ja siirryttäessä jäätelötyypistä toiseen 1 - 2 näytettä ns. alkunäytettä kyseistä jäätelötyyppiä, jotka testinjärjestäjä on valinnut satunnaisesti arvioitavien näytteiden joukosta. Näille näytteille annetuista pisteistä keskustellaan ja sovitaan yhteisestä linjasta.



Vastuuhenkilö	Leena Lilleberg	Sivu/sivut	5 / 10
Laatija	Leena Lilleberg	Työohje	LAB 6033/2
Hyväksyjä	Tiina Putkonen	Käyttöönotto	5.3.2012

Aistinvaraisen arvioinnin ohje
Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

Alkunäytteenä voidaan myös käyttää erikseen tätä tarkoitusta varten hankittua näytettä esim. tapauksissa, joissa arvioitavana on vain yksi näyte.

3.6.3 Esittäminen

Välittömästi pakkauksen (esim. 1 l) avaamisen jälkeen arvioidaan jäätelön pinnan ulkonäkö. Sen jälkeen näyte jaetaan ulkonäön (sisäinen), rakenteen ja flavorin arviointia varten neliön muotoisiksi (n. 5 cm x 5 cm x 5 cm) annospaloiksi lautasille. Jokainen arvioija saa oman näytteen.

Jos näyte on puikko, tuutti, pikari tai vastaava jaetaan jokaiselle arvioijalle oma kokonainen kappale.

Sulamisominaisuuksien arviointiin varataan oma pakkaus, jolloin kaikkien arvioitavien näytteiden sulamisominaisuudet voidaan asettaa samanaikaisesti arvioivaksi. Sulamisominaisuuksien arviointi tehdään neliön muotoisesta (n. 5 cm x 5 cm x 5 cm) annospalasta. Jos näytteenä on esim. kuorrutettu puikko tai tuutti, se tarvittaessa halkaistaan. Mustan lautasen käyttö sulamisalustana helpottaa arviointia. Arviointi tehdään yhteisestä näytteestä henkilökohtaisesti.

Testinjärjestäjä mittaa arvioitavista jäätelönäytteistä lämpötilan arvioinnin alussa ja lopussa sekä tarvittaessa arvioinnin aikana.

3.6.4 Ulkonäön arviointi

Jäätelön ulkonäön arviointi sisältää pakkauksen arvioinnin (tarvittaessa), pakkauksen täyttöasteen arvioinnin (tarvittaessa), näytteen ulkonäön arvioinnin ennen annospaloiksi leikkaamista (esim. 1 l pakkaus) ja annospalan ulkonäön arvioinnin.

Jäätelön ulkonäön arviointiin sisältyy, värin, maustamiseen käytettyjen ainesten, kuten hillon yms. määrän ja jakautumisen arviointi sekä mahdollisten vieraiden ainesten huomioiminen.

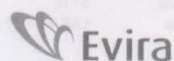
3.6.5 Rakenteen arviointi

Jäätelön rakenne arvioidaan leikkaamalla annospalaa veitsellä ja suutuntumana pureskelemalla näytettä sekä antamalla sen sulaa suussa.

Arvioinnissa kiinnitetään huomioita jäätelömassan yhtenäisyyteen, tasaisuuteen sekä sileyteen suussa ja mahdollisesti esiintyvään karkeuteen tai hiekkamaisuuteen sekä jääkiteisiin.

3.6.6 Flavorin (hajun ja maun) arviointi

Flavoria arvioitaessa jäätelönäytettä haistetaan ennen maistamista. Näytettä on otettava riittävästi suuhun, sitä on liikuteltava koko suun alueella ja annettava sen



Vastuuhenkilö	Leena Lilleberg	Sivu/sivut	6 / 10
Laatija	Leena Lilleberg	Työohje	LAB 6033/2
Hyväksyjä	Tiina Putkonen	Käyttöönotto	5.3.2012

Aistinvaraisen arvioinnin ohje
Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

sulaa suussa. Näytettä ei niellä. Arvioijan on kiinnitettävä huomiota myös mahdolliseen jälkimakuun. Näytteiden maistamisen väliä on pidettävä vähintään n. 30 sekunnin tauko ja suu on huuhdottava huoneenlämpöisellä vedellä. Hajulle ja maulle (flavorille) annetaan yhteinen piste.

Jäätelön flavorin tulee olla kyseiselle jäätelötyypille tyypillinen ja puhdas.

3.6.7 Sulamisominaisuuksien arviointi

Jäätelönäytteen sulamisominaisuudet arvioidaan mustalla lautasella olevasta näytteestä (katso 3.2.4). Arvioinnissa voidaan käyttää apuna jäätelön sulamisominaisuuskuvastoa (Liite 2), jossa on esitetty esimerkkejä jäätelön sulamisjäännöksen pisteytyksestä.

Hyvässä jäätelössä sulamisjäännöksen tulisi muistuttaa alkuperäistä massaa. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota mm. sulamisjäännöksessä mahdollisesti esiintyvään vaahtomaisuuteen, kuplaisuuteen, heroittumiseen, juoksettumiseen, hiutaleisuuteen, sulamisnopeuteen.

4 Tulokset

Arvioinnin jälkeen tehdään arvioijien tuloksista yhteenveto ryhmän puheenjohtajan johdolla. Raadin keskiarvo ilmoitetaan yhden desimaalin tarkkuudella. Jos raadin keskiarvo on alle 3,6 jonkin ominaisuuden suhteen, luetellaan virheiden kuvailut merkittävyysjärjestyksessä.

Tarvittaessa voidaan raadin tuloksia tarkastella myös kokonaispistein. Tällöin näytteen kullekin ominaisuudelle tulee arvopisteeksi arvioijien ko. ominaisuudelle antamien pisteiden keskiarvo pyöristettynä lähimpään kokonaislukuun.

5 Arvioijien seuranta ja tulosten luotettavuus

Arvioijien ja tulosten luotettavuutta seurataan toimintaohjeen LAB 610 mukaisesti.

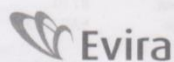
6 Työturvallisuus

Näytteiden valmistelussa on noudatettava yleisiä työturvallisuusohjeita.

On suositeltavaa, että arvioitavaa näytettä ei niellä. Näytteitä, jotka voidaan havaita pilaantuneiksi, ei tule maistaa. Tutkimuksesta vastaava päättää menettelystä.

7 Muutokset edelliseen versioon

- kohta 2.1: siirretty jälkimmäinen kappale omaksi kohdaksi 2.2 Näytteiden valmistelu



Vastuuhuhenkilö Leena Lilleberg
Laatija Leena Lilleberg

Sivu/sivut
Työohje

7 / 10
LAB 6033/2

Hyväksyjä Tiina Putkonen

Käyttöönotto

5.3.2012

Aistinvaraisen arvioinnin ohje

Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

- o korjattu kirjoitusvirhe arviointilämpötilassa
- o lisätty lause "Testinjärjestäjän on varmistettava jäätelönäytteiden lämpötilan pysyminen arvioinnin aikana suositelluissa rajoissa."
- kohta 2.2—kohta 2.3
 - o täydennetty välineluetteloa
- kohta 3.3: arviointiasteikko muutettu linjaan Evira 8005-3 kanssa
- kohta 3.4: lisätty virheiden luettelu merkittävyyssjärjestyksessä
- kohta 3.6.3: lisätty näytteen lämpötilan mittaus
- kohta 4: tarkennettu tulosten ilmoitusmenettelyä

8 Liitteet

LIITE 1. Jäätelön kansainvälinen virhenimistö

LIITE 2. Jäätelön sulaminen ja sen aistinvarainen arviointi

EI PAIVITETTAVA KOPIO



Vastuuhenkilö	Leena Lilleberg	Sivu/sivut	8 / 10
Laatija	Leena Lilleberg	Työohje	LAB 6033/2
Hyväksyjä	Tiina Putkonen	Käyttöönotto	5.3.2012

Aistinvaraisen arvioinnin ohje
Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

Liite 1 Jäätelön kansainvälinen virhenimistö

(International table of appearance, consistency and flavour attributes and melting properties for ice cream ISO 22935 -2 | IDF99 -2, LIITE A.1-3)

ULKONÄKÖ	APPEARANCE
1. ilmakuplia	air bubbles
2. päällystys, peite	coating
3. päällystysten paksuus	coating thickness
4. väri	colour
5. ainesosasten jakautuminen (esim. hedelmän palat)	distribution of ingredients (e.g. fruit pieces)
6. kuivunut	dry
7. täyttö	fill
8. pakkauksen täyttöaste	fill (package)
9. hiutaleita	flakes
10. vaahtomainen	foaming
11. vieraita aineksia	foreign matter
12. irrallista rasvaa	free fat
13. koloja	holes
14. jääkiteitä	ice crystals
15. tikun puutteellinen kuoritus	insufficient coating of the stick
16. sulanut	melted
17. läiskä	mottled
18. valmistusaineiden epätasainen jakautuminen	poor distribution of ingredients
19. palaneita osasia	scorched particles
20. muoto	shape
21. kutistunut	shrunk
22. tikun sijoittuminen	stick placement
23. juovikas	streaky
24. värin muutoksia pinnassa	surface colour changes
25. huokoinen (avoin rakenne)	weak (open texture)
Ulkoinen	Exterior
26. pakkauksen täyttö	filling (package)
27. vino	oblique
28. reunat	rims
Sisäinen	Interior
29. kaksivärinen	bicoloured
30. kiteitä	crystals
31. muu virhe	

EI PANITETTAVA KOPIO



Vastuuhenkilö Leena Lilleberg
Laatija Leena Lilleberg

Sivu/sivut 9 / 10
Työohje LAB 6033/2

Hyväksyjä Tiina Putkonen Käyttöönotto 5.3.2012

Aistinvaraisen arvioinnin ohje
Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

RAKENNE

100. hauras	brittle
101. karkea	coarse
102. mureneva	crumbly
103. rasvainen	fatty
104. kuohkea/vaahtomainen	fluffy/foamy
105. rakeinen	granular /grainy
106. hiekkainen	gritty
107. kumimainen (tahnamainen, tahmea)	gummy (pasty/sticky)
108. kova, kiinteä	hard, firm
109. painava (vanukasmainen)	heavy (pudding-like)
110. jääkkeitä	ice crystals
111. lumimainen	snowy
112. sienimäinen	spongy
113. joustava	springy
114. ohut (vetinen)	thin (watery)
115. muu virhe	

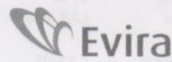
BODY/TEXTURE

FLAVORI (HAJU JA MAKU)

200. happoinen, hapan	acid
201. eläimellinen	animal
202. astringoiva	astringent
203. karvas	bitter
204. palanut	burnt
205. karamellimainen	caramelly
206. pahvimainen	cardboard
207. juustomainen	cheesy
208. kemikaali	chemical
209. keitetty	cooked
210. kermamainen	cream
211. rasvainen/öljymäinen	fatty/oily
212. käynyt	fermented
213. käynyt hedelmä	fermented fruit
214. kalamainen	fishy
215. vieras haju/maku	foreign flavour
216. tuore voi	fresh butter
217. tuore kerma	fresh cream
218. vasta leikattu ruoho	fresh cut grass
219. maitomainen	lactone, milky
220. valo	light induced oxidation
221. mallasmainen	malty
222. metallimainen	metallic
223. maitojauheen flavori	milk powder flavour
224. homemainen	mouldy
225. tunkkainen	musty
226. öljyinen	oily
227. hapettunut	oxidized
228. pistävä, kirpeä, väkevä	pungent
229. mädäntynyt	putrid
230. eltaantunut	rancid
231. suola	salt
232. säilörehu	silage

FLAVOUR

EI PAIVITETTAVA KOPIO



Vastuuhenkilö Leena Lilleberg
Laatija Leena Lilleberg
Hyväksyjä Tiina Putkonen

Sivu/sivut 10 / 10
Työohje LAB 6033/2
Käyttöönotto 5.3.2012

Aistinvaraisen arvioinnin ohje
Jäätelön aistinvarainen laadunarviointi

233. saippuamainen	soapy
234. hapan	sour
235. vanha	stale, old
236. hiki, voi happoinen	sweat, butyric
237. makea	sweet
238. talimainen	tallowy
239. epätyypillinen	uncharacteristic
240. epäpuhtas	unclean
241. kasvimainen	vegetable
242. vetinen	watery
243. märkä ruoho	wet grass
244. hera	whey
245. jogurtti	yogurt
246. liian heikko aromi	lack of flavour
247. liian voimakas aromi	too intense flavour
248. maustamisvirhe	defective aromization
249. ainesosavirhe	defective ingredients
250. muu virhe	
SULAMISOMINAISUUDET	MELTING PROPERTIES
300. juokseutuva	curdy melt down
302. vaahdomainen	foamy
303. hiutaleinen	flaky
304. heroittuva	free whey
305. sulamisnopeus	melting rate
306. sienimäinen	spongy
307. vetinen	watery
308. hyytelömäinen	gelatinous
309. muu virhe	

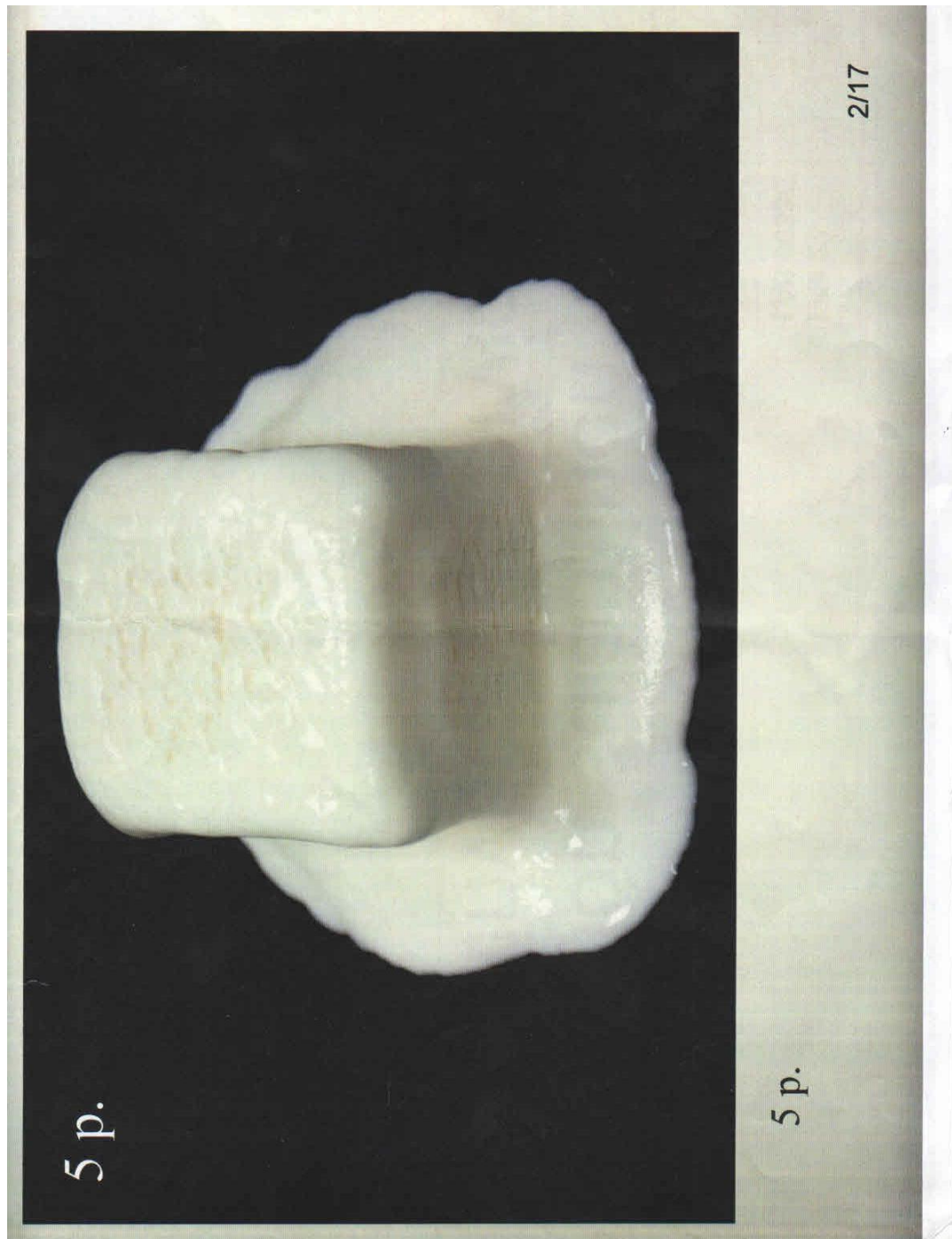
EI PAIVITETTAVA KOPIO

Liite 2
LAB 6033/2

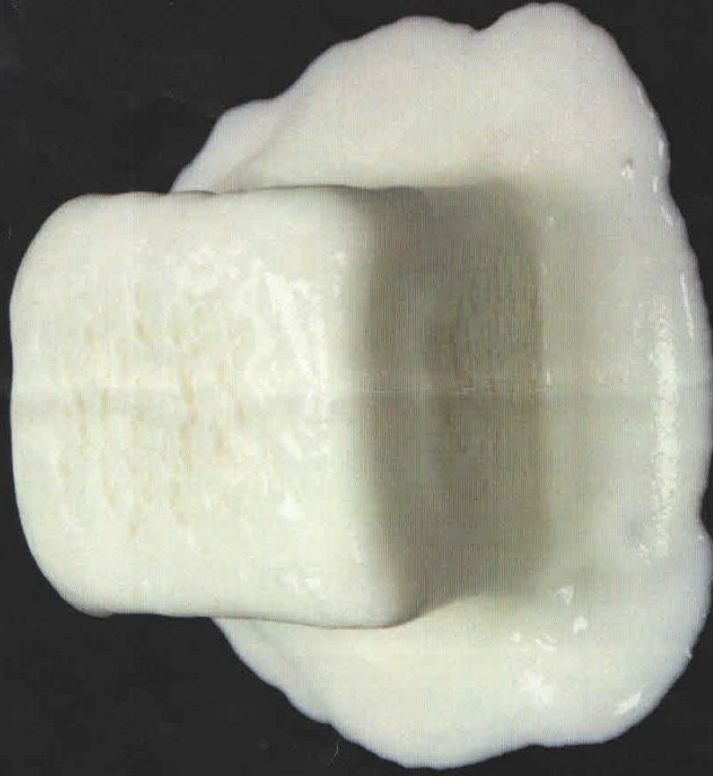
Jäätelön sulaminen ja sen aistinvarainen arviointi

EI PÄIVITETTÄVÄ KOPIO

1/17



4 p.



4 p. (Hyvin lievä poikkeama: vaahtomainen)

3/17

4 p.



4 p. (Hyvin lievä poikkeama: heroittuva)

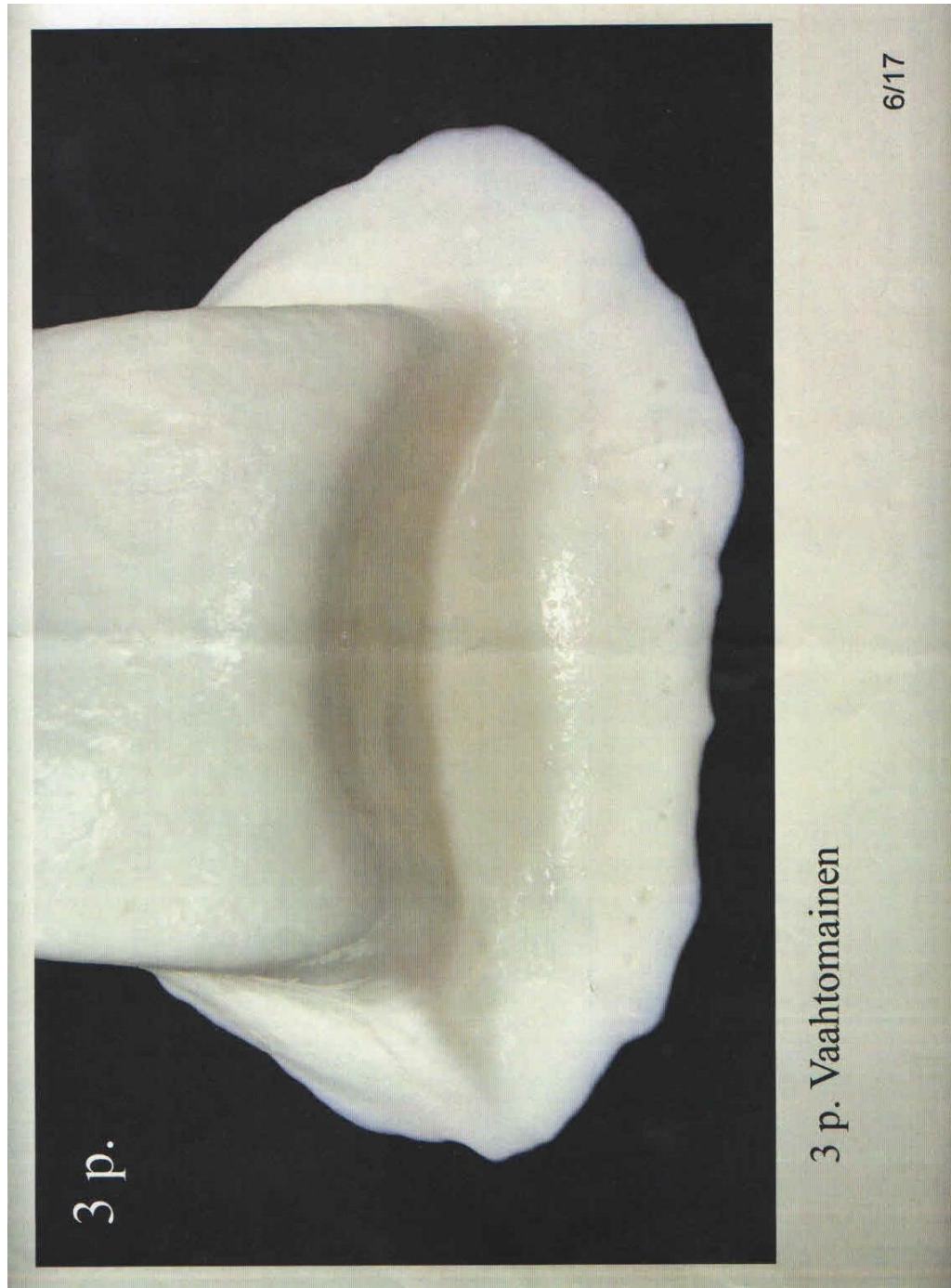
4/17

3 p.



3 p. Ilmakuplia, hyvin vähän heraa, hitaasti sulava

5/17



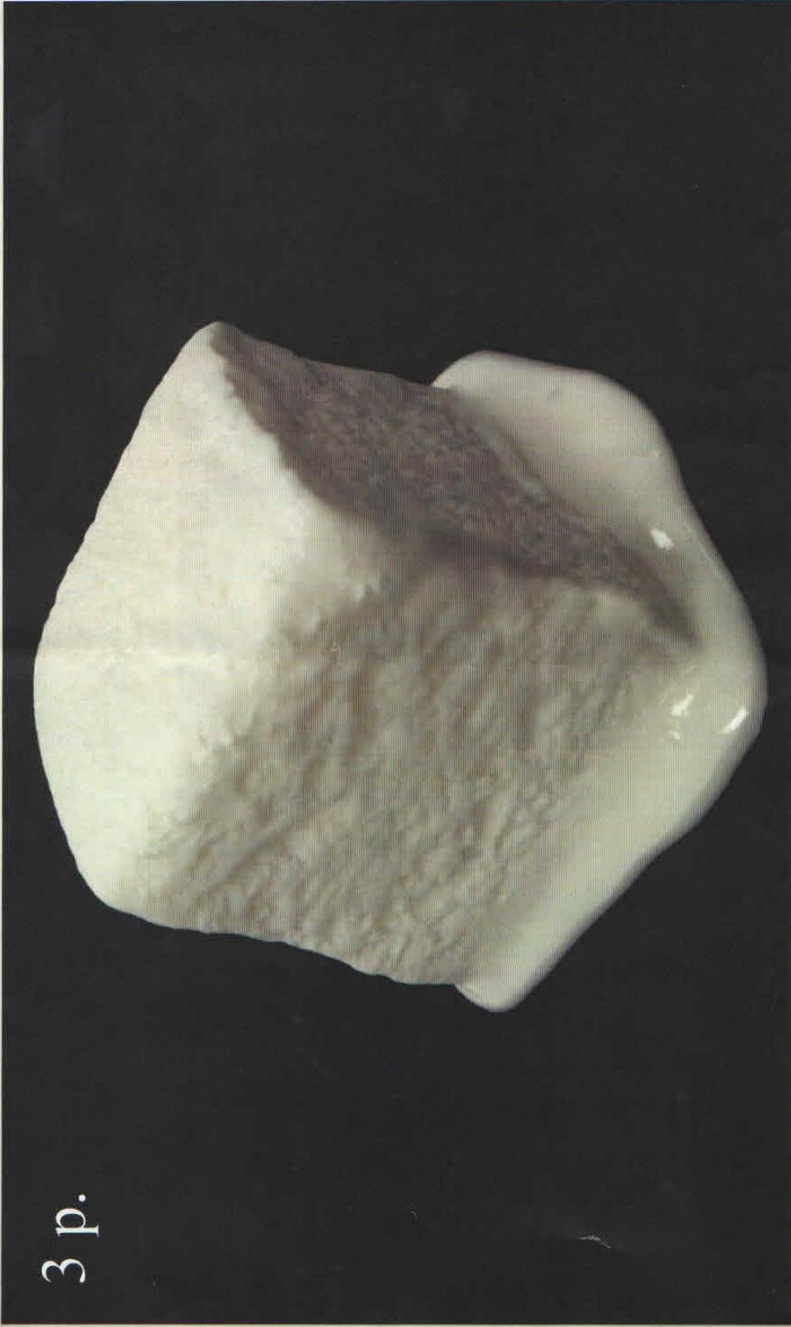
3 p.



3 p. Vaahntomainen, ilmakuplia

7/17

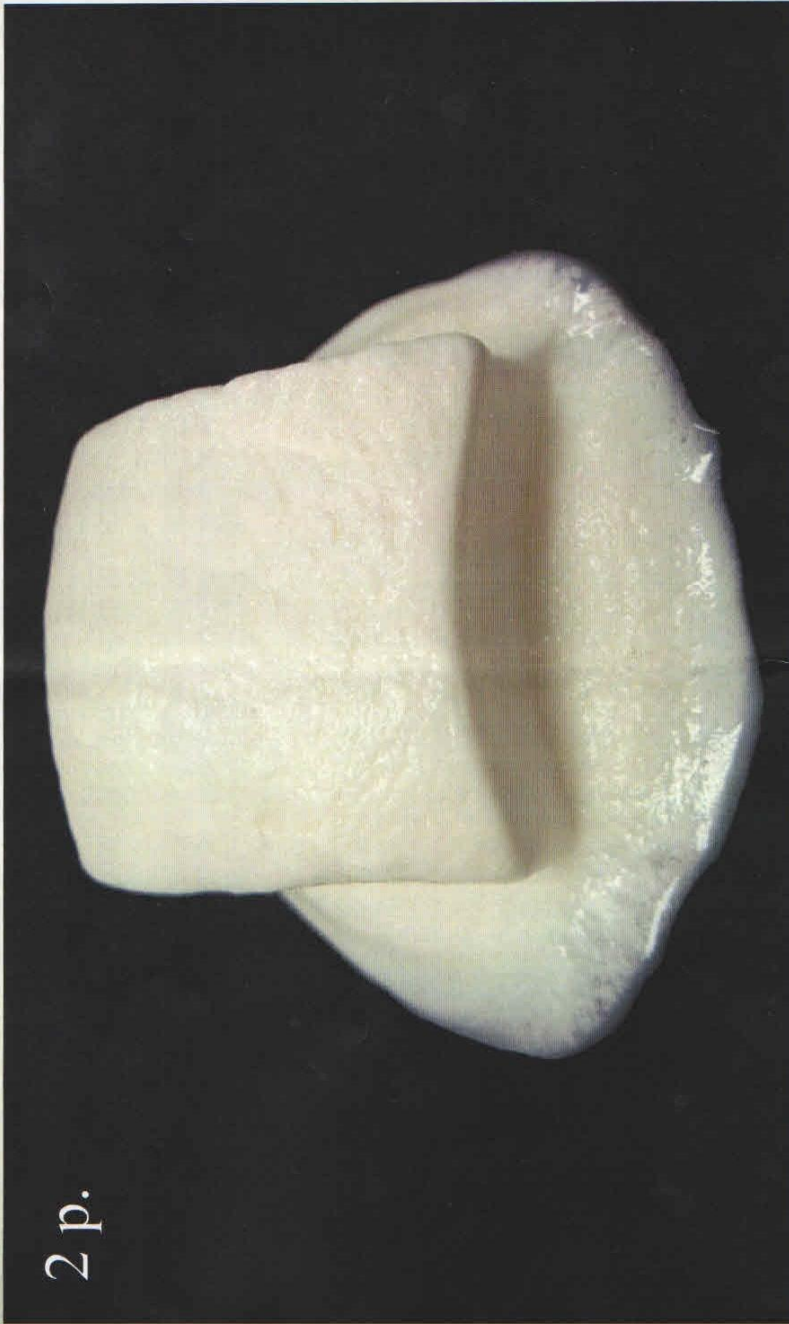
3 p.



3 p. Hitaasti sulava, hiutaleinen, tikkuinen, heroittuva

8/17

2 p.



2 p. Sienimäinen, juoksettunut

9/17

2 p.



2 p. Sienimäinen, heroittuva, hitaasti sulava

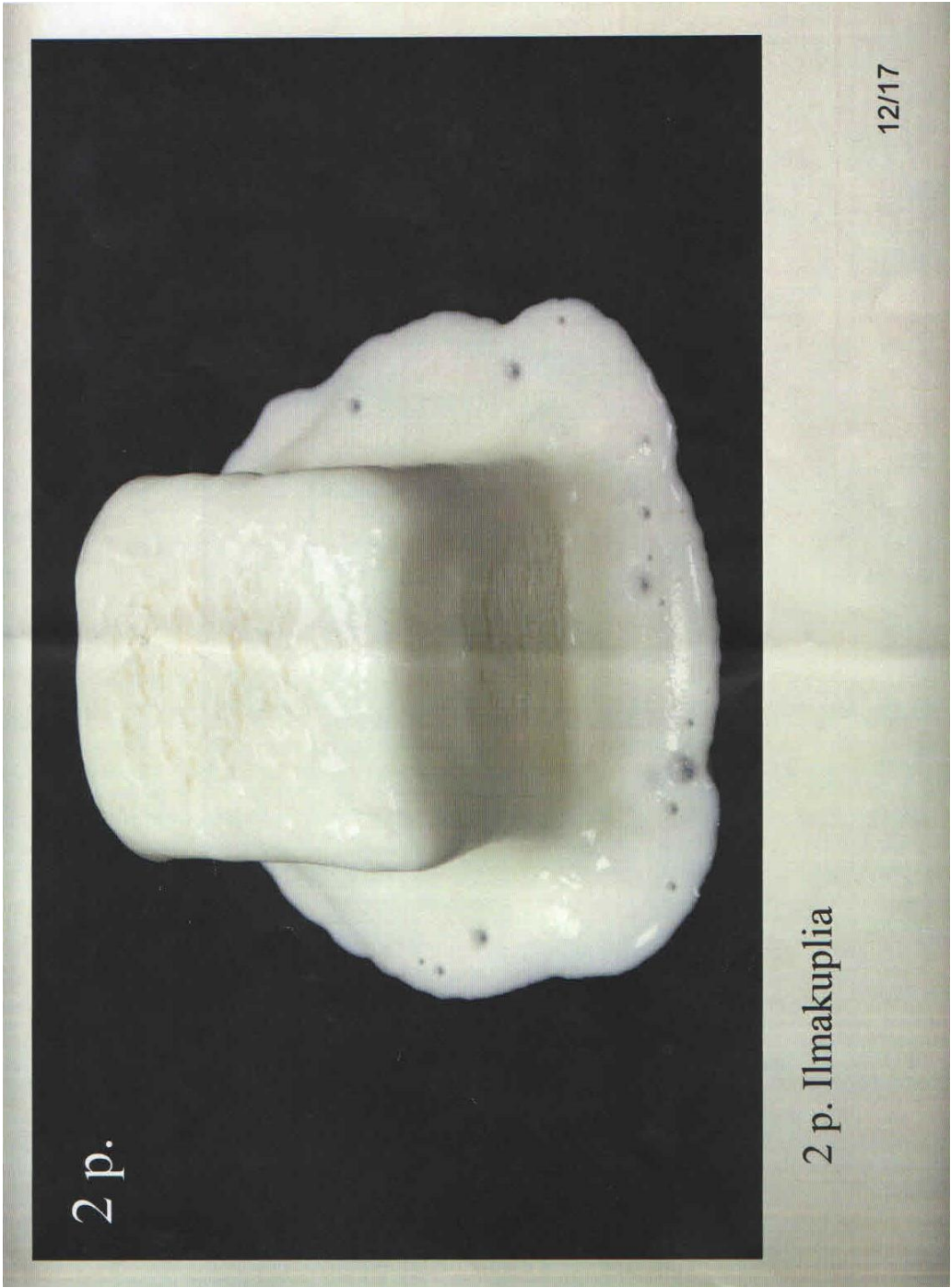
10/17

2 p.

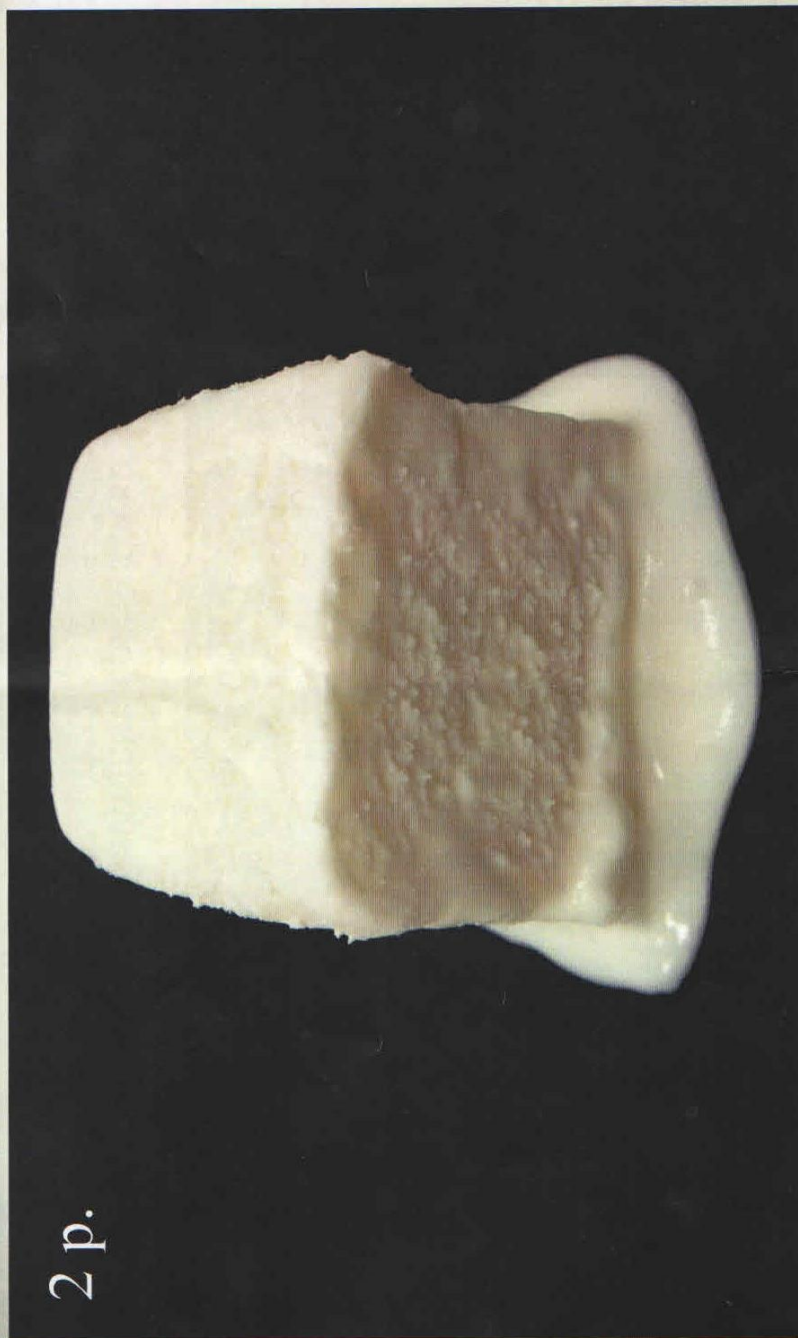


2 p. Liian nopeasti sulava, heroittuva, vaahtomainen

11/17



2 p.



2 p. Hitaasti sulava, hiutaleinen, tikkuinen, ilmakuplia

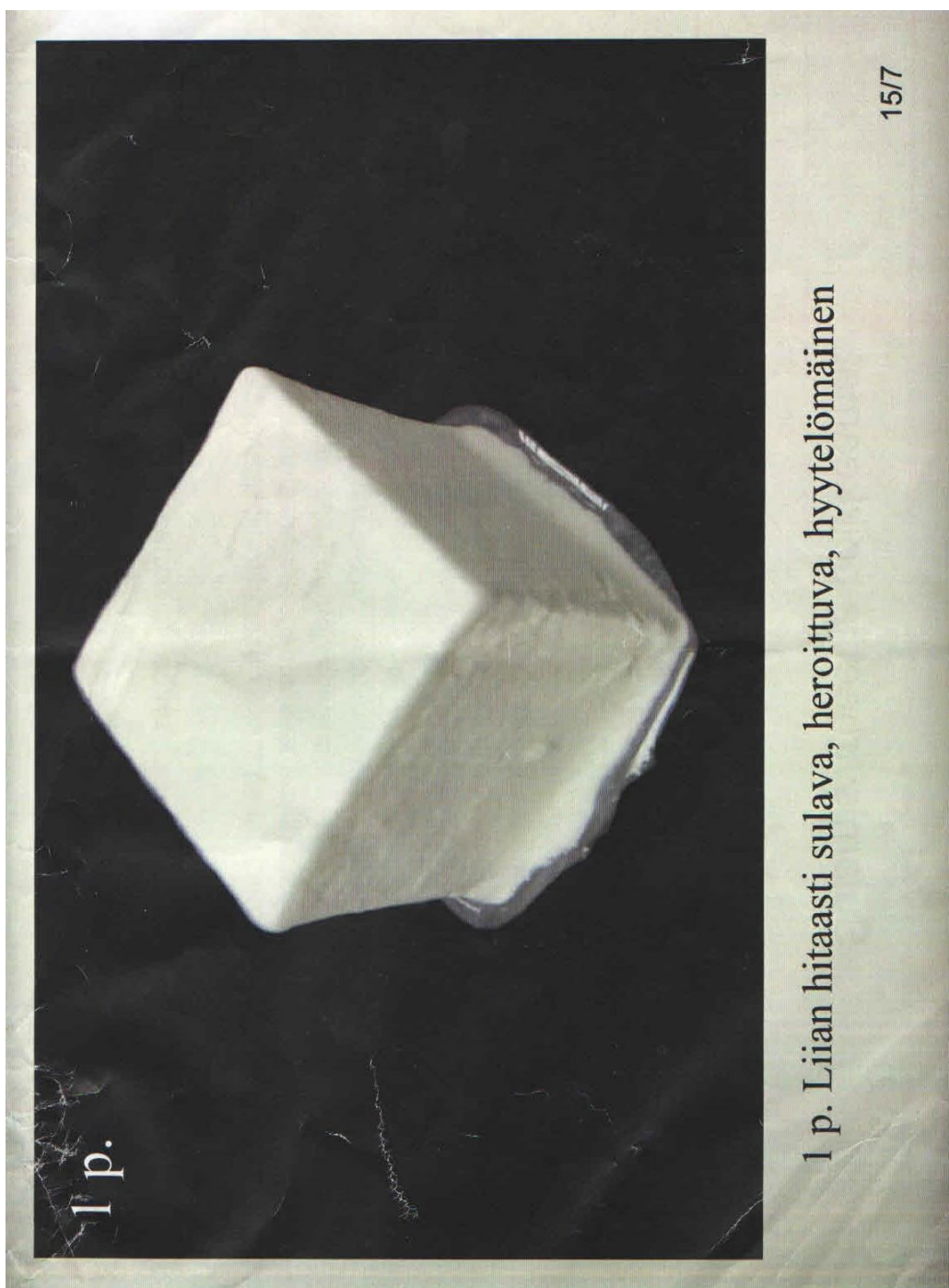
13/17

1 p.



1 p. Heroittuva, juoksettunut, epätasaisesti sulava,
hyttelömäinen

14/17



Sulamisvirheet ja poikkeamat

Vaahtoisuus eli suuret ilmakuplat sulaneessa jäätelössä kertovat siinä olevan runsaasti ilmaa. Ilmakuplien pysyvyyteen on syynä liiallinen emulgointiaineen käyttö tai stabilointiaineet

Heroittumisella tarkoitetaan heran erottumista kellertäväksi nesteeksi sulaneesta jäätelöstä. Nesteestä erotetaan usein myös hiutaleita ja juoksettuneisuutta. Yleensä syynä on proteiinien destabilisoituminen tai proteiinien ja polysakkaridien faasisen erottuminen. Stabilointiaineet ehkäisevät faasisen erottumista

Juoksettuneessa sulamisjäännöksessä nähdään epäsäännöllisen muotoisia juoksettuman palasia. Tämä sulamisvirhe johtuu happojen vaikutuksesta proteiineihin, suolojen epätasapainosta (liikaa kalsiumia ja magnesiumia suhteessa fosfaatteihin ja sitraatteihin) tai stabilointiaineen kuten guarkumin liiallisesta käytöstä

Hiutaleinen tai tikkuinen sulamisvirhe tarkoittaa pieniä tikkumaisia partikkeleita sulaneessa jäätelössä

16/17

Sulamisvirheet ja poikkeamat (2)

Vetinen sulamisjäännös syntyy, jos jäätelön rakenne on ohut ja sen viskositeetti on alhainen. Tähän vaikuttaa usein jäätelömassan liian alhainen kuiva-ainepitoisuus

Liian hidas sulaminen johtuu yleensä liian korkeasta vispausasteesta eli jäätelö sisältää liikaa ilmaa tai jäätelön rasva on destabilisoituneena, joka tukee kaahtorakennetta

Liian nopea sulaminen voi johtua alhaisesta vispausasteesta tai alhaisesta jäätymispisteestä. Jäätymispistettä alentavat jäätelön sokerit, eniten fruktoosi.

17/17

Pari-kolmitestin tilastotaulukko

Arviointien lukumäärä (n)	Merkitsevyystaso	
	0,05	0,01
7	7	7
8	7	8
9	8	9
10	9	10
11	9	10
12	10	11
13	10	12
14	11	12